

PATENT
3562-0107P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: ONO, Shuji
Appl. No.: New Group:
Filed: November 9, 2000 Examiner:
For: APPARATUS FOR IMAGING AND IMAGE
PROCESSING AND METHOD THEREOF

JC921 U.S. PTO
09/708582
11/09/00

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

November 9, 2000

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

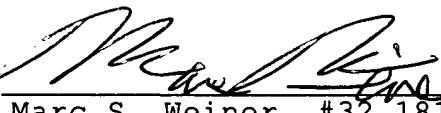
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	11-321701	November 11, 1999

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Marc S. Weiner, #32,181

MSW/cqc
3562-0107P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment

3562-0107P
ONO, Shuji
1061

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

3562-0107P
ONO, Shuji
1061
JCS21 U.S. PRO.
09/708582

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年11月11日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第321701号

願 人
Applicant (s):

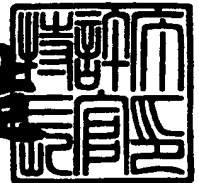
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年10月27日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3085976

【書類名】 特許願

【整理番号】 88-6470

【提出日】 平成11年11月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

 【氏名】 小野 修司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100104156

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 龍華 明裕

 【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053394

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像撮像装置及び画像処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体の奥行きに関する情報を取得する画像撮像装置であって、

同一直線上にない 3 以上の異なる視点位置から前記被写体を見た場合に得られる前記被写体の 3 以上の視差画像を撮像する撮像部と、

前記 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における前記被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出する位置ずれ検出部と、

前記位置ずれ検出部が検出した前記複数の位置ずれに基づいて、前記被写体の前記特定領域の奥行きを算出する奥行き算出部と
を備えたことを特徴とする画像撮像装置。

【請求項 2】 前記奥行き算出部は、前記被写体の前記特定領域毎に、前記複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、前記被写体の前記特定領域の前記奥行き値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像撮像装置。

【請求項 3】 前記奥行き算出部は、前記被写体の前記特定領域を前記 3 以上の視点位置の略中心の位置から見た場合の方位によって、前記複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、前記被写体の前記特定領域の前記奥行き値を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の画像撮像装置。

【請求項 4】 前記奥行き算出部は、前記被写体の前記特定領域が、前記 3 以上の視点位置の特定の 2 つの視点位置を結ぶ直線の方に近いほど、前記特定の 2 つの視点位置から見た場合の特定の 2 枚の視差画像において検出される前記位置ずれの考慮の割合を小さくし、前記被写体の前記特定領域が、前記特定の 2 つの視点位置を結ぶ線分の中点を通り前記線分と垂直に交わる平面に近いほど、前記特定の 2 枚の視差画像において検出される前記位置ずれの考慮の割合を大きくして、前記被写体の前記特定領域の前記奥行き値を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の画像撮像装置。

【請求項 5】 前記奥行き算出部は、前記被写体の前記特定領域の方位角が、前記 3 以上の視点位置の特定の 2 つの視点位置間の中点から見た場合に、30

。より小さくなる場合に、前記特定の 2 つの視点位置から見た場合の特定の 2 枚の視差画像において検出される前記位置ずれに基づいて、前記被写体の前記特定領域の前記奥行き値を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の画像撮像装置。

【請求項 6】 前記視点位置は 3 箇所であり、前記 3 箇所の視点位置間を結ぶ 3 角形が略正 3 角形であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像撮像装置。

【請求項 7】 前記撮像部は、同一直線上にない 3 以上の視点位置に視野角の広い 3 以上の光学レンズを設け、前記 3 以上の光学レンズによって前記被写体の前記 3 以上の視差画像を撮像することを特徴とする請求項 1 に記載の画像撮像装置。

【請求項 8】 前記光学レンズの設置位置は 3 箇所であり、前記 3 箇所の設置位置を結ぶ 3 角形が略正 3 角形であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像撮像装置。

【請求項 9】 前記撮像部は、視野角の広い光学レンズを有し、前記光学レンズを同一直線上にない 3 以上の視点位置に移動させる駆動部をさらに備え、前記撮像部は、前記駆動部が前記光学レンズを前記 3 以上の視点位置に移動させた場合に、前記被写体の前記 3 以上の視差画像を撮像することを特徴とする請求項 1 に記載の画像撮像装置。

【請求項 10】 前記駆動部は、前記光学レンズの移動軌跡が円形になるように移動させ、前記円形の移動軌跡上の 3 以上の点を前記 3 以上の視点位置とすることを特徴とする請求項 9 に記載の画像撮像装置。

【請求項 11】 前記光学レンズの前記円形の移動軌跡上の 3 点を視点位置とし、前記 3 点の視点位置を結ぶ 3 角形が略正三角形であることを特徴とする請求項 10 に記載の画像撮像装置。

【請求項 12】 前記撮像部は、2 つの異なる視点位置に 2 つの視野角の広い光学レンズを設け、前記 2 つの光学レンズのいずれか一方を前記 2 つの異なる視点位置を結ぶ直線上にはない他の視点位置に移動させる駆動部をさらに備え、前記撮像部は、前記 2 つの光学レンズによって前記被写体の前記視差画像を撮像し、前記駆動部が前記 2 つの光学レンズのいずれか一方を移動させた場合に、前

記被写体の前記視差画像を撮像することによって前記 3 以上の視差画像を撮像することを特徴とする請求項 1 に記載の画像撮像装置。

【請求項 1 3】 前記駆動部は、前記 2 つの光学レンズのいずれか一方を直線移動させた点を第 3 の視点位置とし、前記 2 つの光学レンズの移動前の 2 つの視点位置と前記第 3 の視点位置とを結ぶ 3 角形が略正 3 角形であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像撮像装置。

【請求項 1 4】 前記 3 以上の視点位置における前記光学レンズの光軸方向は同一であることを特徴とする請求項 7、9 または 1 2 のいずれかに記載の画像撮像装置。

【請求項 1 5】 前記光学レンズは魚眼レンズであり、前記奥行き算出部は、前記撮像部が前記魚眼レンズによって撮像する前記被写体の全方位の領域について前記奥行きを算出することを特徴とする請求項 7、9 または 1 2 に記載の画像撮像装置。

【請求項 1 6】 被写体の奥行きに関する情報を取得する画像処理装置であって、

同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から前記被写体を見た場合に得られる前記被写体の 3 以上の視差画像を入力する入力部と、

前記 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における前記被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出する位置ずれ検出部と、

前記被写体の前記特定領域毎に、前記複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、前記被写体の前記特定領域の奥行きを算出する奥行き算出部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 7】 前記奥行き算出部が算出した前記被写体の前記特定領域の前記奥行きに基づいて、前記入力部が入力する前記被写体の画像の座標変換を行うことにより前記画像を変換する画像変換部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】 前記入力部が入力する前記被写体の前記画像が魚眼レンズによって前記被写体を撮像した全方位画像である場合に、前記画像変換部は、前記座標変換によって、前記全方位画像を透視投影画像に変換することを特徴とす

る請求項 1 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】 前記画像変換部は、前記座標変換によって、前記被写体の正投影画像を生成することを特徴とする請求項 1 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 0】 被写体の奥行きに関する情報を取得する画像処理方法であって、

同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から前記被写体を見た場合に得られる前記被写体の 3 以上の視差画像を入力し、

前記 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における前記被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出し、

前記被写体の前記特定領域毎に、前記複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、前記被写体の前記特定領域の奥行きを算出することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2 1】 被写体の奥行きに関する情報を取得するコンピュータ用のプログラムを格納した記録媒体であって、前記プログラムが、

同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から前記被写体を見た場合に得られる前記被写体の 3 以上の視差画像を入力させる入力モジュールと、

前記 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における前記被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出させる位置ずれ検出モジュールと、

前記被写体の前記特定領域毎に、前記複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、前記被写体の前記特定領域の奥行きを算出させる奥行き情報算出モジュールとを備えたことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被写体の奥行きに関する情報を取得する画像撮像装置、画像処理装置、画像処理方法、及び記録媒体に関する。特に本発明は、視差画像に基づいて被写体の奥行きに関する情報を取得する画像撮像装置、画像処理装置、画像処理方法、及び記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

被写体の位置情報を得るために、人間の両眼立体視の機能を真似て、カメラを2台並べて、異なる2つの視点から被写体を見た場合の視差画像を撮影し、被写体の奥行き値を測定するステレオ撮影の技法が古くからある。視点位置の違いから、被写体の像の位置が視差画像上でずれることを検出し、像の位置ずれとカメラのレンズの焦点距離に基づいて、3角測量の原理によりカメラから被写体までの距離を測定する。また、特許2611173号公報（登録日平成9年2月27日）には少なくとも3つの撮像装置を用いて移動物の位置を測定する方法が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、カメラを2台並べても、レンズの視野角の限界のため、視点の移動方向に視差の死角領域が発生し、広い視野にわたる被写体の奥行き情報を高い精度で得ることができないという問題を生じていた。また、特許2611173号公報に開示された方法では、移動物の位置座標を確定するために、少なくとも3つの撮像装置による撮影を必須とするため、装置が大掛かりになり、計算にかかる処理コストが大きくなるという問題がある。

【0004】

そこで本発明は、上記の課題を解決するために、広い視野にわたって被写体の奥行きに関する情報を取得することのできる画像撮像装置、画像処理装置、画像処理方法、及び記録媒体を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第1の形態においては、被写体の奥行きに関する情報を取得する画像撮像装置であって、同一直線上にない3以上の異なる視点位置から被写体を見た場合に得られる被写体の3以上の視差画像を撮像する撮像部と、3以上の視差画像の任意の2枚の視差画像における被写体の特定領

域の像の複数の位置のずれを検出する位置ずれ検出部と、位置ずれ検出部が検出した複数の位置ずれに基づいて、被写体の特定領域の奥行きを算出する奥行き算出部とを備えたことを特徴とする。

【0006】

奥行き算出部は、被写体の特定領域毎に、複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。

【0007】

奥行き算出部は、被写体の特定領域を3以上の視点位置の略中心の位置から見た場合の方位によって、複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。

【0008】

奥行き算出部は、被写体の特定領域が、3以上の視点位置の特定の2つの視点位置を結ぶ直線の方に近いほど、特定の2つの視点位置から見た場合の特定の2枚の視差画像において検出される位置ずれの考慮の割合を小さくし、被写体の特定領域が、特定の2つの視点位置を結ぶ線分の中点を通り線分と垂直に交わる平面に近いほど、特定の2枚の視差画像において検出される位置ずれの考慮の割合を大きくして、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。

【0009】

奥行き算出部は、被写体の特定領域の方位角が、3以上の視点位置の特定の2つの視点位置間の中点から見た場合に、 30° より小さくなる場合に、特定の2つの視点位置から見た場合の特定の2枚の視差画像において検出される位置ずれに基づいて、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。

【0010】

視点位置は3箇所であり、3箇所の視点位置間を結ぶ3角形が略正3角形であってもよい。

【0011】

撮像部は、同一直線上にない3以上の視点位置に視野角の広い3以上の光学レンズを設け、3以上の光学レンズによって被写体の3以上の視差画像を撮像してもよい。光学レンズの設置位置は3箇所であり、3箇所の設置位置を結ぶ3角形

が略正 3 角形であってもよい。

【0012】

撮像部は、視野角の広い光学レンズを有し、光学レンズを同一直線上にない 3 以上の視点位置に移動させる駆動部をさらに備え、撮像部は、駆動部が光学レンズを 3 以上の視点位置に移動させた場合に、被写体の 3 以上の視差画像を撮像してもよい。駆動部は、光学レンズの移動軌跡が円形になるように移動させ、円形の移動軌跡上の 3 以上の点を 3 以上の視点位置としてもよい。光学レンズの円形の移動軌跡上の 3 点を視点位置とし、3 点の視点位置を結ぶ 3 角形が略正三角形であってもよい。

【0013】

撮像部は、2 つの異なる視点位置に 2 つの視野角の広い光学レンズを設け、2 つの光学レンズのいずれか一方を 2 つの異なる視点位置を結ぶ直線上にはない他の視点位置に移動させる駆動部をさらに備え、撮像部は、2 つの光学レンズによって被写体の視差画像を撮像し、駆動部が 2 つの光学レンズのいずれか一方を移動させた場合に、被写体の視差画像を撮像することによって 3 以上の視差画像を撮像してもよい。駆動部は、2 つの光学レンズのいずれか一方を直線移動させた点を第 3 の視点位置とし、2 つの光学レンズの移動前の 2 つの視点位置と第 3 の視点位置とを結ぶ 3 角形が略正 3 角形であってもよい。

【0014】

3 以上の視点位置における光学レンズの光軸方向は同一であってもよい。光学レンズは魚眼レンズであり、奥行き算出部は、撮像部が魚眼レンズによって撮像する被写体の全方位の領域について奥行きを算出してもよい。

【0015】

本発明の第 2 の形態においては、被写体の奥行きに関する情報を取得する画像処理装置であって、同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から被写体を見た場合に得られる被写体の 3 以上の視差画像を入力する入力部と、3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出する位置ずれ検出部と、被写体の特定領域毎に、複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行きを算出する奥行き算出部とを備えたこと

を特徴とする。

【 0 0 1 6 】

奥行き算出部が算出した被写体の特定領域の奥行きに基づいて、入力部が入力する被写体の画像の座標変換を行うことにより画像を変換する画像変換部をさらに備えてもよい。

【 0 0 1 7 】

入力部が入力する被写体の画像が魚眼レンズによって被写体を撮像した全方位画像である場合に、画像変換部は、座標変換によって、全方位画像を透視投影画像に変換してもよい。画像変換部は、座標変換によって、被写体の正投影画像を生成してもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 3 の形態においては、被写体の奥行きに関する情報を取得する画像処理方法であって、同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から被写体を見た場合に得られる被写体の 3 以上の視差画像を入力し、3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出し、被写体の特定領域毎に、複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行きを算出することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 の形態においては、被写体の奥行きに関する情報を取得するコンピュータ用のプログラムを格納した記録媒体であって、プログラムが、同一線上にない 3 以上の異なる視点位置から被写体を見た場合に得られる被写体の 3 以上の視差画像を入力させる入力モジュールと、3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出させる位置ずれ検出モジュールと、被写体の特定領域毎に、複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行きを算出させる奥行き情報算出モジュールとを備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【 0 0 2 2 】

(実施形態 1)

本発明の第 1 の実施形態を説明する。図 1 は、画像撮像装置の一例としてのデジタルカメラ 1 0 の構成図である。デジタルカメラ 1 0 には、デジタルスチルカメラや静止画像を撮影できるデジタルビデオカメラ等が含まれる。デジタルカメラ 1 0 は、主に撮像ユニット 2 0、撮像制御ユニット 4 0、処理ユニット 6 0、表示ユニット 1 0 0、および操作ユニット 1 1 0 を含む。

【 0 0 2 3 】

撮像ユニット 2 0 は、撮影および結像に関する機構部材および電気部材を含む。撮像ユニット 2 0 はまず、映像を取り込んで処理を施す撮影レンズ 2 2、絞り 2 4、シャッタ 2 6、光学 L P F (ローパスフィルタ) 2 8、固体撮像素子の一例である C C D 3 0、および撮像信号処理部 3 2 を含む。撮影レンズ 2 2 は、フォーカスレンズやズームレンズ等からなる。この構成により、被写体像が C C D 3 0 の受光面上に結像する。結像した被写体像の光量に応じ、C C D 3 0 の各センサエレメント (図示せず) に電荷が蓄積される (以下その電荷を「蓄積電荷」という)。蓄積電荷は、リードゲートパルスによってシフトレジスタ (図示せず) に読み出され、レジスタ転送パルスによって電圧信号として順次読み出される。

【 0 0 2 4 】

デジタルカメラ 1 0 は一般に電子シャッタ機能を有するので、シャッタ 2 6 のような機械式シャッタは必須ではない。電子シャッタ機能を実現するために、C C D 3 0 にシャッタゲートを介してシャッタドレインが設けられる。シャッタゲートを駆動すると蓄積電荷がシャッタドレインに掃き出される。シャッタゲートの制御により、各センサエレメントに電荷を蓄積するための時間、すなわちシャ

ッタ速度が制御できる。

【 0 0 2 5 】

CCD 3 0 から出力される電圧信号、すなわちアナログ信号は撮像信号処理部 3 2 で R、G、B 成分に色分解され、まずホワイトバランスが調整される。つづいて撮像信号処理部 3 2 はガンマ補正を行い、必要なタイミングで R、G、B 信号を順次 A/D 変換し、その結果得られたデジタルの画像データ（以下単に「デジタル画像データ」とよぶ）を処理ユニット 6 0 へ出力する。

【 0 0 2 6 】

撮像ユニット 2 0 はさらに、ファインダ 3 4 とストロボ 3 6 を有する。ファインダ 3 4 には図示しない LCD を内装してもよく、その場合、後述のメイン CPU 6 2 等からの各種情報をファインダ 3 4 内に表示できる。ストロボ 3 6 は、コンデンサ（図示せず）に蓄えられたエネルギーが放電管 3 6 a に供給されたときそれが発光することで機能する。

【 0 0 2 7 】

撮像制御ユニット 4 0 は、レンズ駆動部 4 2、フォーカス駆動部 4 4、絞り駆動部 4 6、シャッタ駆動部 4 8、それらを制御する撮像系 CPU 5 0、測距センサ 5 2、および測光センサ 5 4 をもつ。レンズ駆動部 4 2 などの駆動部は、それぞれステッピングモータ等の駆動手段を有する。後述のリリーススイッチ 1 1 4 の押下に応じ、測距センサ 5 2 は被写体までの距離を測定し、測光センサ 5 4 は被写体輝度を測定する。測定された距離のデータ（以下単に「測距データ」という）および被写体輝度のデータ（以下単に「測光データ」という）は撮像系 CPU 5 0 へ送られる。撮像系 CPU 5 0 は、ユーザから指示されたズーム倍率等の撮影情報に基づき、レンズ駆動部 4 2 とフォーカス駆動部 4 4 を制御して撮影レンズ 2 2 のズーム倍率とピントの調整を行う。また撮像系 CPU 5 0 は、視差画像を撮像するために、レンズ駆動部 4 2 を制御して撮影レンズ 2 2 の位置を移動させる。

【 0 0 2 8 】

撮像系 CPU 5 0 は、1 画像フレームの RGB のデジタル信号積算値、すなわち AE 情報に基づいて絞り値とシャッタ速度を決定する。決定された値にしたが

い、絞り駆動部 4 6 とシャッタ駆動部 4 8 がそれぞれ絞り量の調整とシャッタ 2 6 の開閉を行う。

【 0 0 2 9 】

撮像系 CPU 5 0 はまた、測光データに基づいてストロボ 3 6 の発光を制御し、同時に絞り 2 6 の絞り量を調整する。ユーザが映像の取込を指示したとき、CCD 3 0 が電荷蓄積を開始し、測光データから計算されたシャッタ時間の経過後、蓄積電荷が撮像信号処理部 3 2 へ出力される。

【 0 0 3 0 】

処理ユニット 6 0 は、デジタルカメラ 1 0 全体、とくに処理ユニット 6 0 自身を制御するメイン CPU 6 2 と、これによって制御されるメモリ制御部 6 4、Y C 処理部 7 0、オプション装置制御部 7 4、圧縮伸張処理部 7 8、通信 I / F 部 8 0 を有する。メイン CPU 6 2 は、シリアル通信などにより、撮像系 CPU 5 0 との間で必要な情報をやりとりする。メイン CPU 6 2 の動作クロックは、クロック発生器 8 8 から与えられる。クロック発生器 8 8 は、撮像系 CPU 5 0、表示ユニット 1 0 0 に対してもそれぞれ異なる周波数のクロックを提供する。

【 0 0 3 1 】

メイン CPU 6 2 には、キャラクタ生成部 8 4 とタイマ 8 6 が併設されている。タイマ 8 6 は電池でバックアップされ、つねに日時をカウントしている。このカウント値から撮影日時に関する情報、その他の時刻情報がメイン CPU 6 2 に与えられる。キャラクタ生成部 8 4 は、撮影日時、タイトル等の文字情報を発生し、この文字情報が適宜撮影画像に合成される。

【 0 0 3 2 】

メモリ制御部 6 4 は、不揮発性メモリ 6 6 とメインメモリ 6 8 を制御する。不揮発性メモリ 6 6 は、EEPROM（電氣的消去およびプログラム可能な ROM）や FLASH メモリなどで構成され、ユーザーによる設定情報や出荷時の調整値など、デジタルカメラ 1 0 の電源がオフの間も保持すべきデータが格納されている。不揮発性メモリ 6 6 には、場合によりメイン CPU 6 2 のブートプログラムやシステムプログラムなどが格納されてもよい。一方、メインメモリ 6 8 は一般に DRAM のように比較的安価で容量の大きなメモリで構成される。メインメ

メモリ 6 8 は、撮像ユニット 2 0 から出力されたデータを格納するフレームメモリとしての機能、各種プログラムをロードするシステムメモリとしての機能、その他ワークエリアとしての機能をもつ。不揮発性メモリ 6 6 とメインメモリ 6 8 は、処理ユニット 6 0 内外の各部とメインバス 8 2 を介してデータのやりとりを行う。

【 0 0 3 3 】

YC 処理部 7 0 は、デジタル画像データに Y C 変換を施し、輝度信号 Y と色差（クロマ）信号 B - Y、R - Y を生成する。輝度信号と色差信号はメモリ制御部 6 4 によってメインメモリ 6 8 に一旦格納される。圧縮伸張処理部 7 8 はメインメモリ 6 8 から順次輝度信号と色差信号を読み出して圧縮する。こうして圧縮されたデータ（以下単に「圧縮データ」という）は、オプション装置制御部 7 4 を介してオプション装置 7 6 の一種であるメモリカードへ書き込まれる。

【 0 0 3 4 】

処理ユニット 6 0 はさらにエンコーダ 7 2 をもつ。エンコーダ 7 2 は輝度信号と色差信号を入力し、これらをビデオ信号（N T S C や P A L 信号）に変換してビデオ出力端子 9 0 から出力する。オプション装置 7 6 に記録されたデータからビデオ信号を生成する場合、そのデータはまずオプション装置制御部 7 4 を介して圧縮伸張処理部 7 8 へ与えられる。つづいて、圧縮伸張処理部 7 8 で必要な伸張処理が施されたデータはエンコーダ 7 2 によってビデオ信号へ変換される。

【 0 0 3 5 】

オプション装置制御部 7 4 は、オプション装置 7 6 に認められる信号仕様およびメインバス 8 2 のバス仕様にしたが、メインバス 8 2 とオプション装置 7 6 の間で必要な信号の生成、論理変換、または電圧変換などを行う。デジタルカメラ 1 0 は、オプション装置 7 6 として前述のメモリカードのほかに、例えば P C M C I A 準拠の標準的な I / O カードをサポートしてもよい。その場合、オプション装置制御部 7 4 は、P C M C I A 用バス制御 L S I など構成してもよい。

【 0 0 3 6 】

通信 I / F 部 8 0 は、デジタルカメラ 1 0 がサポートする通信仕様、たとえば U S B、R S - 2 3 2 C、イーサネット、B l u e t o o t h、I r D A などの

仕様に応じたプロトコル変換等の制御を行う。通信 I/F 部 80 は、必要に応じてドライバ IC を含み、ネットワークを含む外部機器とコネクタ 92 を介して通信する。そうした標準的な仕様のほかに、例えばプリンタ、カラオケ機、ゲーム機等の外部機器との間で独自の I/F によるデータ授受を行う構成としてもよい。

【0037】

表示ユニット 100 は、LCD モニタ 102 と LCD パネル 104 を有する。それらは LCD ドライバであるモニタドライバ 106、パネルドライバ 108 によってそれぞれ制御される。LCD モニタ 102 は、例えば 2 インチ程度の大きさでカメラ背面に設けられ、現在の撮影や再生のモード、撮影や再生のズーム倍率、電池残量、日時、モード設定のための画面、被写体画像などを表示する。LCD パネル 104 は例えば小さな白黒 LCD でカメラ上面に設けられ、画質 (FINE/NORMAL/BASIC など)、ストロボ発光/発光禁止、標準撮影可能枚数、画素数、電池容量などの情報を簡易的に表示する。

【0038】

操作ユニット 110 は、ユーザーがデジタルカメラ 10 の動作やそのモードなどを設定または指示するために必要な機構および電気部材を含む。パワースイッチ 112 は、デジタルカメラ 10 の電源のオンオフを決める。リリーススイッチ 114 は、半押しと全押しの二段階押し込み構造になっている。一例として、半押しで AF および AE がロックし、全押しで撮影画像の取込が行われ、必要な信号処理、データ圧縮等の後、メインメモリ 68、オプション装置 76 等に記録される。操作ユニット 110 はこれらのスイッチの他、回転式のモードダイヤルや十字キーなどによる設定を受け付けてもよく、それらは図 1 において機能設定部 116 と総称されている。操作ユニット 110 で指定できる動作または機能の例として、「ファイルフォーマット」、「特殊効果」、「印画」、「決定/保存」、「表示切換」等がある。ズームスイッチ 118 は、ズーム倍率を決める。

【0039】

以上の構成による主な動作は以下のとおりである。まずデジタルカメラ 10 のパワースイッチ 112 がオンされ、カメラ各部に電力が供給される。メイン CP

U62は、機能設定部116の状態を読み込むことで、デジタルカメラ10が撮影モードにあるか再生モードにあるかを判断する。

【0040】

カメラが撮影モードにあるとき、メインCPU62はリリーススイッチ114の半押し状態を監視する。半押し状態が検出されたとき、メインCPU62は測光センサ54および測距センサ52からそれぞれ測光データと測距データを得る。得られたデータに基づいて撮像制御ユニット40が動作し、撮影レンズ22のピント、絞りなどの調整が行われる。調整が完了すると、LCDモニタ102に「スタンバイ」などの文字を表示してユーザーにその旨を伝え、つづいてリリーススイッチ114の全押し状態を監視する。リリーススイッチ114が全押しされると、所定のシャッタ時間をおいてシャッタ26が閉じられ、CCD30の蓄積電荷が撮像信号処理部32へ掃き出される。撮像信号処理部32による処理の結果生成されたデジタル画像データはメインバス82へ出力される。デジタル画像データは一旦メインメモリ68へ格納され、この後YC処理部70と圧縮伸張処理部78で処理を受け、オプション装置制御部74を経由してオプション装置76へ記録される。記録された画像は、フリーズされた状態でしばらくLCDモニタ102に表示され、ユーザーは撮影画像を知ることができる。以上で一連の撮影動作が完了する。

【0041】

一方、デジタルカメラ10が再生モードの場合、メインCPU62は、メモリ制御部64を介してメインメモリ68から最後に撮影した画像を読み出し、これを表示ユニット100のLCDモニタ102へ表示する。この状態でユーザーが機能設定部116にて「順送り」、「逆送り」を指示すると、現在表示している画像の前後に撮影された画像が読み出され、LCDモニタ102へ表示される。

【0042】

本実施形態において、撮像ユニット20は、同一直線上にない3以上の異なる視点位置から被写体の視差画像を撮像する。図2は、撮像ユニット20の撮影レンズ22の構成の一例である。これは撮影レンズ22をデジタルカメラ10の正面から見た図である。撮影レンズ22は異なる視点位置に配置された3つの撮影

レンズ 2 2 a、2 2 b、2 2 c である。死角を作らずに広い視野にわたって被写体を撮影するために、3 つの撮影レンズ 2 2 a、2 2 b、2 2 c が配置される位置は、正 3 角形の頂点であることが好ましい。

【0 0 4 3】

撮影レンズ 2 2 は、視野角の広い光学レンズであることが好ましく、広角レンズまたは魚眼レンズ等であってもよい。魚眼レンズは視野角が 1 8 0 度に達するように設計されており、広い視野の被写体を撮影する上で最も好ましい。また、撮影レンズ 2 2 は、同一の光軸を有する複数の光学レンズによって構成された光学レンズ系であってもよい。

【0 0 4 4】

撮像ユニット 2 0 の CCD 3 0 は、各々の撮影レンズ 2 2 a、2 2 b、2 2 c に対して別個に設けられ、それぞれの撮影レンズ 2 2 a、2 2 b、2 2 c が結像する被写体の像を受光してもよい。また、3 つの撮影レンズ 2 2 a、2 2 b、2 2 c が結像する被写体の像を受光できる共通の CCD 3 0 を 1 つ設けてもよい。

【0 0 4 5】

本実施形態の CCD 3 0 は、固体撮像素子の一例である。固体撮像素子は、半導体化および集積化された撮像素子で、構造上、半導体基板上に光電変換と電荷の蓄積機能をもった画素群を二次元的に配列したものである。固体撮像素子は、撮影レンズ 2 2 によって結像された光を受光し、光電変換作用によって電荷を蓄積する。蓄積された電荷像は一定の順序に走査され、電気信号として読み出される。

【0 0 4 6】

固体撮像素子は、基本的に、外部から入射する光を受光して光電変換を行うための受光素子部を含む半導体素子と、半導体素子を収納するパッケージと、受光素子部への光の入射を可能にするため、パッケージの半導体素子と対向する位置に配置された透明保護部材と、透明保護部材の外側表面あるいは内側において、透明保護部材よりも高い遮光性を有する遮光部材から構成されていることが好ましい。これにより、撮像される画像の品質を向上させることができる。さらに透明保護部はマイクロレンズの機能を持つことにより、結像される画像の解像度を

向上させてもよい。受光素子部と透明保護部の間に、または、透明保護部の上または透明保護部中にカラーフィルタを設け、カラーの画像を撮像できるようにしてもよい。

【0047】

本実施形態のCCD30は、視差画像における視差を正確に検出できるように、解像度が十分に高い電荷結合素子（CCD）1次元イメージセンサ（リニアセンサ）又は2次元イメージセンサ（エリアセンサ）イメージセンサであることが望ましい。固体撮像素子としてCCD以外に、MOSイメージセンサ、CdSe密着型イメージセンサ、a-Si（アモルファスシリコン）密着型イメージセンサ、又はバイポーラ密着型イメージセンサのいずれかを用いてもよい。

【0048】

さらに、撮影レンズ22は視差撮影用の光学レンズ系以外に本撮影用の光学レンズ系を有し、本撮影用の光学レンズ系と視差撮影用の撮影レンズ系が、被写体の画像及び視差画像をそれぞれ異なる2つのCCD30に撮像してもよい。本撮影用の光学レンズ系は、標準の光学レンズであってもよく、視野角の広い広角レンズまたは魚眼レンズであってもよい。本撮影用の光学レンズ系が像を受光させるCCD30と、視差撮影用の光学レンズ系が像を受光させるCCD30とで、CCDの解像度や感度が異なってもよい。

【0049】

図3は、撮像ユニット20の撮影レンズ22の構成の他の例である。撮影レンズ22が1つ設けられ、レンズ駆動部42が撮影レンズ22を移動させて、被写体を異なる視点から見た場合の視差画像をCCD30に撮像する。死角を作らずに広い視野にわたって被写体を撮影するために、レンズ駆動部42は、撮影レンズ22を正三角形の頂点の位置に移動させることが好ましい。

【0050】

図4は、撮像ユニット20の撮影レンズ22の構成の他の例である。撮影レンズ22が1つ設けられ、レンズ駆動部42が撮影レンズ22を円軌道を描くように移動させ、円軌道上の適当な位置で停止し、被写体を異なる視点から見た場合の視差画像をCCD30に撮像する。死角を作らずに広い視野にわたって被写体

を撮影するためには、撮影レンズ 2 2 の停止位置は円軌道に内接する正 3 角形の 3 つの頂点の位置にあれば十分である。したがって、レンズ駆動部 4 2 は、撮影レンズ 2 2 を円軌道上を移動させ、円軌道に内接する正 3 角形の頂点の位置で停止させ、視差画像を撮像することが好ましい。撮影レンズ 2 2 の移動軌跡が円軌道であることは、レンズ駆動部 4 2 のステッピングモータ等の駆動機構を構成する上で好ましい。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、撮像ユニット 2 0 の撮影レンズ 2 2 の構成の他の例である。撮影レンズ 2 2 は異なる視点位置に配置された 2 つの撮影レンズ 2 2 a、2 2 b である。2 つの撮影レンズ 2 2 a、2 2 b は被写体を 2 つの異なる視点から見た場合の視差画像を CCD 3 0 に撮像する。レンズ駆動部 4 2 は撮影レンズ 2 2 a、2 2 b のいずれか一方を移動させて、被写体を第 3 の視点から見た場合の視差画像を CCD 3 0 に撮像する。死角を作らずに被写体を撮影するために、撮影レンズ 2 2 a、2 2 b のいずれか一方の移動後の位置は、移動前の撮影レンズ 2 2 a、2 2 b の位置を結ぶ直線上にはないことが好ましい。さらに、死角を作らずに広い視野にわたって被写体を撮影するために、レンズ駆動部 4 2 は、撮影レンズ 2 2 a、2 2 b のいずれか一方を移動させて、3 つの視点位置が正 3 角形の頂点の位置になることがより好ましい。撮影レンズ 2 2 a、2 2 b のいずれか一方を移動させる移動軌跡は直線であることは、レンズ駆動部 4 2 のステッピングモータ等の駆動機構を構成する上で好ましい。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の処理ユニット 6 0 は、撮像ユニット 2 0 が撮像した被写体の視差画像に基づいて、被写体の奥行き情報を獲得する。図 6 は、処理ユニット 6 0 の機能ブロック図である。処理ユニット 6 0 は、視差画像記憶部 3 0 2 と、位置ずれ検出部 3 0 4 と、奥行き算出部 3 0 8 と、記録部 3 1 0 とを有する。

【 0 0 5 3 】

視差画像記憶部 3 0 2 は、撮像ユニット 2 0 が 3 以上の異なる視点位置から撮像した被写体の 3 以上の視差画像を記憶する。位置ずれ検出部 3 0 4 は、視差画像記憶部 3 0 2 が記憶する 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像において、

被写体の特定領域の像の位置が視差によってずれる量を検出する。任意の 2 枚の視差画像の組み合わせに応じて、複数の位置ずれ量が検出される。

【 0 0 5 4 】

奥行き算出部 3 0 8 は、位置ずれ検出部 3 0 4 が検出した複数の位置ずれ量を用いて、被写体の特定領域の奥行き値を算出する。奥行き値の計算方法は後述する。位置ずれ検出部 3 0 4 及び奥行き算出部 3 0 8 によって、視差画像に撮像された被写体の一部の領域または全部の領域について、被写体の奥行き値が算出される。

【 0 0 5 5 】

奥行き算出部 3 0 8 は算出した被写体の奥行き情報を撮像制御ユニット 4 0 へ入力し、撮像制御ユニット 4 0 は、被写体の奥行き情報に基づいて、フォーカス駆動部 4 4、絞り駆動部 4 6 及びシャッター駆動部 4 8 を制御して、フォーカス、絞り、シャッター速度を調整してもよい。

【 0 0 5 6 】

記録部 3 1 0 は、奥行き算出部 3 0 8 が算出した被写体の奥行き情報、及び視差画像記憶部 3 0 2 が記憶する被写体の視差画像をオプション装置 7 6 に記録させる。

【 0 0 5 7 】

処理ユニット 6 0 の位置ずれ検出部 3 0 4 及び奥行き算出部 3 0 8 の機能は一例として、図 1 のメイン CPU 6 2 と、メインメモリ 6 8 や不揮発性メモリ 6 6 に格納またはロードされたプログラムとの連携によって実現することができる。メイン CPU 6 2 が内蔵メモリをもつ場合にはそのメモリに必要なプログラムを格納し、諸機能をファームウェアとして実現してもよい。処理ユニット 6 0 の視差画像記憶部 3 0 2 が記憶すべき視差画像データは、メインメモリ 6 8 または不揮発性メモリ 6 6 に記憶させることができる。また視差画像データは圧縮伸張処理部 7 8 によって圧縮されてもよい。処理ユニット 6 0 の記録部 3 1 0 の機能は一例として、オプション装置制御部 7 4 によって実現することができる。また、ユーザの指示を受け付ける操作ユニット 1 1 0 が被写体の画像の特定領域を処理ユニット 6 0 に指示し、奥行き算出部 3 0 8 は、ユーザが指定する特定領域につ

いて奥行き値を算出してもよい。デジタルカメラ 1 0 において処理ユニット 6 0 の上述の機能を実現する設計には相当の自由度がある。

【0 0 5 8】

次に、撮影レンズ 2 2 の最も望ましい形態である、視野角の広い光学レンズの一例としての魚眼レンズのレンズ特性を説明する。図 7 は、魚眼レンズ 3 2 0 が結像する被写体の点の入射角 θ と、全方位画像 3 2 2 における被写体の点の像の位置との関係を説明する図である。魚眼レンズ 3 2 0 の中心は $x y$ 平面の原点の位置にある。被写体の点の方位は、被写体の点から魚眼レンズ 3 2 0 への入射光が魚眼レンズ 3 2 0 の光軸となす入射角 θ で表される。全方位画像 3 2 2 の中心は $X Y$ 平面の原点の位置にある。被写体の点の全方位画像 3 2 2 上での位置を、 $X Y$ 平面の原点からの距離 r で表す。この距離 r は像高とも呼ばれる。魚眼レンズの焦点距離を f とすると、被写体の点の位置 r と入射角 θ の間には、 $r = f \cdot \theta$ の関係がある。

【0 0 5 9】

このように、魚眼レンズは、視野角が 1 8 0 度であり、被写体の全方位の画像を撮像面に結像することができる。特に、被写体の点の位置 r と入射角 θ の間に成り立つレンズ特性を示す関係式が $r = f \cdot \theta$ となる魚眼レンズは「 $f \theta$ レンズ」と呼ばれ、広く用いられている。撮影レンズ 2 2 として、 $f \theta$ レンズの代わりに、レンズ特性を示す関係式が $r = f \cdot \sin \theta$ となる「 $f \sin \theta$ レンズ」と呼ばれる魚眼レンズを用いてもよい。また、一般に位置 r が入射角 θ に対して単調に増加し、被写体の全方位の領域の点が、有限の位置 r に撮像される魚眼レンズであればよく、必ずしも $f \theta$ レンズ、 $f \sin \theta$ レンズの特性を示す魚眼レンズでなくてもよい。魚眼レンズは視野角が 1 8 0 度に達するように設計されており、広い視野の被写体を撮影する上で最も好ましい。しかし、撮影レンズ 2 2 は、視野角が十分に広く、広い視野にわたって被写体を撮像することができる光学レンズであれば、必ずしも魚眼レンズである必要はなく、視野角の広い広角レンズを用いてもよい。

【0 0 6 0】

図 8 は、2 つの魚眼レンズを用いて被写体を見た場合の視差の説明図である。

魚眼レンズ 3 2 4 及び 3 2 6 は、それぞれ点 L、R の位置を視点位置とするように置かれている。点 L と点 R は距離 $2d$ だけ離れている。線 3 2 8 及び 3 3 0 はそれぞれ魚眼レンズ 3 2 4 及び 3 2 6 の光軸である。点 L、R の中点を点 O とする。被写体の奥行き値は、点 O からの距離によって定義する。被写体の点 A の奥行き値は、線分 OA の長さ Z である。また線分 OA が、点 O から引いた垂線 3 2 9 となす角を θ とする。角 θ は点 O から点 A を見た場合の点 A の方位角である。

【0 0 6 1】

線分 LA が魚眼レンズ 3 2 4 の光軸 3 2 8 となす角、すなわち点 A の魚眼レンズ 3 2 4 への入射角を θ_1 とし、線分 RA が魚眼レンズ 3 2 6 の光軸 3 3 0 となす角、すなわち点 A の魚眼レンズ 3 2 6 への入射角を θ_2 とする。入射角 θ_1 は視点 L から点 A を見た場合の点 A の方位、入射角 θ_2 は視点 R から点 A を見た場合の点 A の方位である。視点が異なるために、点 A の方位に差 $\theta_1 - \theta_2$ が生じる。これを視差角と呼ぶ。線分 LA と線分 RA のなす角を θ_A とすると、 $\theta_A = \theta_1 - \theta_2$ であるから、便宜上、 θ_A を、点 A を異なる視点 L、R から見た場合の視差角と考えてもよい。

【0 0 6 2】

魚眼レンズ 3 2 2 及び 3 2 4 が $f \theta$ レンズである場合、像高 r と入射角 θ の間に $r = f \cdot \theta$ の関係が成立するので、視点 L、R から点 A を見た場合の像高 r_L 、 r_R の差と、入射角 θ_1 、 θ_2 の差との間には、次の比例関係

【0 0 6 3】

$$r_L - r_R = f \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$
が成り立つ。

【0 0 6 4】

したがって、魚眼レンズ 3 2 4 及び 3 2 6 で写した視差画像において、点 A の像高の差 $r_L - r_R$ を検出すると、魚眼レンズの焦点距離 f が既知である場合、入射角の差 $\theta_1 - \theta_2$ を計算することができ、視差角 θ_A を算出できる。

【0 0 6 5】

次に、視差角 θ_A と奥行き値 Z 、方位角 θ の間に成り立つ関係式を導く。角 LAO を θ_L 、角 RAO を θ_R とおく。3 角形 LAH 及び 3 角形 RAH に注目する

と、

【0066】

$$\tan(\theta + \theta_L) = (Z \cdot \sin \theta + d) / (Z \cdot \cos \theta)$$

$$\tan(\theta - \theta_R) = (Z \cdot \sin \theta - d) / (Z \cdot \cos \theta)$$

が成り立つ。

【0067】

したがって、視差角 θ_A は、

$$\theta_A = \theta_L + \theta_R$$

$$= \tan^{-1} (Z \cdot \sin \theta + d) / (Z \cdot \cos \theta) - \tan^{-1} (Z \cdot \sin \theta - d) / (Z \cdot \cos \theta) \quad (1)$$

と書ける。

【0068】

図9は、視差角 θ_A の式(1)のグラフである。視点間距離 $2d$ 、及び奥行き値 Z をある値に固定して、方位角 θ の値を変えて、視差角 θ_A の値をグラフにした。方位角 $\theta = 0$ のとき、視差角 θ_A は最大である。方位角 $\theta = \pi/2$ のとき、視差角 θ_A は0になる。

【0069】

図9のグラフから明らかなように、魚眼レンズの並びの横方向に近い領域にある被写体に対しては、視差角が非常に小さくなるため、視差画像上での像の位置のずれは極めて小さくなる。図10は、被写体の視差角の大きさの違いを説明する図である。点A、Bのように、方位角 θ が0に近い領域にある被写体の点については視差角 θ_A 、 θ_B が十分に大きく、視差画像上での像の位置のずれを検出することは容易である。点Aよりも点Bの方が視差角が大きいから、位置ずれも大きい。これは点Oからの距離が近い被写体ほど、視差画像上での像の位置ずれが大きいことを意味する。点C、Dのように、方位角 θ が $\pi/2$ に近い領域にある被写体の点については視差角 θ_C 、 θ_D は小さく、視差画像上での像の位置のずれを検出することは困難になる。点Cよりも点Dの方が視差角がさらに小さくなっており、点Oからの距離が遠い被写体ほど、視差画像上での像の位置ずれが小さくなる。

【0 0 7 0】

図 1 1 は、位置ずれ量の違いを天球上で説明する図である。天球は視野の無限遠方であり、図では上半球のみ示す。魚眼レンズ 3 2 4、3 2 6 の視点 L、R を結ぶ線分の中点は天球の中心 O である。中心 O を通り、直線 L R に垂直な平面を半円 3 5 0 とする。また、視点 L、R を結ぶ直線と天球が交わる点を点 3 5 2 及び 3 5 4 とする。

【0 0 7 1】

天球において、被写体の点を中心 O から見た場合の方位角 θ は、被写体の点と中心 O を結ぶ直線が半円 3 5 0 となす角である。方位角 θ が 0（ゼロ）となる領域では、位置ずれが最も強く現れる。この領域は半円 3 5 0 である。

【0 0 7 2】

一方、中心 O から見た場合の方位角 θ が $\pi/2$ すなわち直角である領域では、位置ずれが完全に消失する。この領域は、点 3 5 2 と視点 R を結ぶ線分、及び点 3 5 4 と視点 L を結ぶ線分上の点である。

【0 0 7 3】

位置ずれ量は、視点 L、R を結ぶ直線、すなわち x 軸の周りで対称である。半円 3 5 0 と平行な面で天球を切った場合の断面を考えると、この断面は半円であり、半円の円周上の点は同一の位置ずれ量を持つ。したがって、位置ずれ量は、x 軸を通る任意の平面で天球を切った断面で、議論することができる。x 軸を通る平面の一例として天球の地平面である x y 平面を考える。

【0 0 7 4】

図 1 2 は、位置ずれ量の違いを天球の地平面で説明する図である。被写体の点 A が方位角 θ の方位にあるとして、3 角形 O A H を x 軸の周りに回転してできる円錐を考える。このように、ある方位角 θ が決められたとき、円錐の頂点を中心 O とし、円錐角が $\pi/2 - \theta$ である円錐が規定される。

【0 0 7 5】

方位角 θ が $\pi/2$ に近い場合、円錐内の点は x 軸の近傍の領域にある。この円錐内の点については、位置ずれはほとんど消失する。一方、方位角 θ が 0 に近い場合、円錐角が $\pi/2$ であり、円錐内には y 軸近傍の点を除くほとんどの点を含

むようになる。円錐外にある y 軸近傍の点については、位置ずれが強く現れる。

【0076】

このように魚眼レンズの並びの横方向には、視差画像において位置のずれが小さくなる領域が存在する。この領域を「死角」領域と呼ぶ。死角領域では、位置ずれ量によって、被写体の奥行き値を求めることは困難である。したがって、視野角の広い魚眼レンズを用いたとしても、2つの視差画像から被写体の全方位にわたる奥行き値を求めることはできず、2つの視点を結ぶ方向には奥行き値を求めることが困難な死角領域が存在する。そこで本発明では、同一直線上にない3以上の異なる視点位置から被写体の3以上の視差画像を撮像することによって、死角領域における奥行き値の算出を可能にする。

【0077】

図13は、3つの視点から見た場合の位置ずれの関係を天球上で説明する図である。魚眼レンズ324、325及び326が正3角形の頂点の位置にあり、それぞれの視点をS、U、Tとする。正3角形STUの重心は天球の中心Oである。中心Oを通り、直線STに垂直な平面を半円365とする。同様に、中心Oを通り、直線TUに垂直な平面を半円364、中心Oを通り、直線USに垂直な平面を半円366とする。半円364、365、366は天球上の点370で交わる。

【0078】

視点位置S、Tから見た場合に、半円365上で位置ずれが最も強く現れる。視点位置T、Uから見た場合に、半円364上で位置ずれが最も強く現れる。視点位置U、Sから見た場合に、半円366上で位置ずれが最も強く現れる。したがって、3つの半円364、365、366の方向に近い方向にある被写体の領域については、3つの視点位置S、T、Uのいずれか2つの視点位置から見た場合の位置ずれ量によって、奥行き値を算出することができる。2つの視点位置から見た場合に死角領域に当たる被写体の領域であっても、他の2つの視点位置から見た場合には位置ずれが強く現れる領域になるため、3つの異なる視点位置を設けることにより、死角領域をなくすことができる。尚、3つの半円364、365、366が交わる点370では、3つの位置ずれ量を用いて奥行き値を求め

ることができるので、最も精度が高くなる。

【0079】

図14は、3つの位置ずれの関係を天球の地平面で説明する図である。領域I及びIVの方向にある被写体の領域では、視点位置S、Tから見た場合の位置ずれが最も強く現れる。同様に、領域II及びV方向にある被写体の領域では、視点位置T、Uから見た場合の位置ずれが最も強く現れる。領域III及びVIの方向にある被写体の領域では、視点位置U、Sから見た場合の位置ずれが最も強く現れる。

【0080】

このように、2つの視点位置から見た場合の2つの視差画像においては、奥行き値の算出が困難な死角領域であっても、第3の視点位置から見た視差画像を組み合わせることで、死角領域を解消して被写体の全方位の奥行き値の算出が可能になる。

【0081】

3以上の視差画像の任意の2枚の視差画像の組み合わせから、被写体の特定領域について複数の位置ずれが検出される。複数の位置ずれ量を組み合わせて、被写体の特定領域の奥行き値を算出する方法にはいくつもの変形が考えられる。まず、奥行き値を求めたい被写体の特定領域の方位によって、位置ずれが最も強く現れる視点位置の組み合わせを選び、その視点位置の組み合わせにおいて検出される位置ずれ量を用いて、被写体の特定領域の奥行き値を求める方法を述べる。

【0082】

処理ユニット60の機能ブロックとして、図6に図示した機能ブロック以外に、視差画像領域選択部303を備える。図15は、視差画像領域選択部303の機能説明図である。視差画像記憶部302は、一例として図13及び図14に示した3つの視点位置S、T、Uから見た場合の3つの視差画像S、T、及びUを記憶する。視差画像領域選択部303は、視差画像記憶部302が記憶する視差画像S、T、及びUを、図14で示した被写体の領域I、II、III、IV、V、VIに分割する。領域I、II、III、IV、V、VIのそれぞれにおいて、位置ずれが最も強く現れる視差画像の組み合わせを選択する。たとえば、領域Iでは視差画像SI、

TIの組み合わせを選択し、領域IIでは視差画像TII、UIIの組み合わせを選択する。位置ずれ検出部304は、各領域I、II、III、IV、V、VIについて、選択された視差画像の組み合わせからその領域内の被写体の位置ずれ量を検出する。奥行き算出部308は、各領域I、II、III、IV、V、VI毎に求められた位置ずれ量に基づいて、その領域の被写体の奥行き値の分布を求める。

【0083】

図15のように被写体の特定領域の方位によって、位置ずれを検出する視点位置の組み合わせを選ぶのではなく、任意の2つの視点位置の組み合わせにおいて検出される複数の位置ずれ量を考慮して、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。その場合、視点位置の組み合わせの各々から検出される位置ずれ量を考慮に入れる割合を決め、その割合に基づいて各位置ずれ量を加味して奥行き値を算出してもよい。具体的には、複数の位置ずれ量から算出されるそれぞれの奥行き値について重み付け平均を計算することにより、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。

【0084】

たとえば、被写体の特定領域の方位角 θ の絶対値が $\pi/6$ より小さくなるような特定の2つの視点位置の組み合わせにおいては、その特定の2つの視点位置から見た場合の位置ずれを最も大きな割合で考慮し、他の2つの視点位置の組み合わせから得られる位置ずれを小さな割合で考慮して、被写体の特定領域の奥行き値を算出してもよい。図16は、3つの視点位置から被写体を見た場合の3つの視差角の変化を示すグラフである。図9の視差角の3つのグラフを、位相を変えて組み合わせた。方位角 θ の絶対値が $\pi/6$ より小さい範囲では、1つの視差角が他の2つの視差角よりも大きく、位置ずれの検出精度が高い。したがって、検出精度の最も高い位置ずれから算出される奥行き値の重み付けを最大にし、他の2つの精度が低い位置ずれから算出される奥行き値の重み付けを小さくして、3つの奥行き値の重み付け平均を計算し、被写体の特定領域の奥行き値を算出する。

【0085】

また、視差画像に写された被写体の特定領域の奥行き値を求める際、3以上の

視差画像の任意の2枚の視差画像における位置ずれをすべて求め、複数の位置ずれの中から最も検出精度が高い位置ずれを用いて、奥行き値を計算してもよい。特に重なりのある被写体を撮影した場合は、方位だけでなく、被写体の奥行き分布によって、位置ずれの検出精度が高くなる視差画像の組み合わせが変わることがある。そのため、被写体の特定領域の方位だけから、位置ずれを求めるのに使う視差画像の組み合わせを決めるのではなく、被写体の特定領域毎に、どの特定の視差画像の組み合わせにおける位置ずれ量を用いるかを決めたり、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれを考慮する割合を決めることがより好ましい。

【0086】

視差角の式(1)を詳しく解析すると、位置ずれ量の検出精度が一定となる被写体の領域は、被写体の方位だけでは決まらず、被写体の奥行き値にも依存することがわかる。したがって、より正確には、被写体の方位が同じでも、被写体までの距離が違えば、位置ずれ量の検出精度が異なる。そのため、求めたい被写体の特定領域の奥行き値によって、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれ量を考慮する割合を変える必要が生じる。視差画像に写された被写体の特定領域の奥行き値を求める際、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれ量を検出して、最も検出精度の高い位置ずれ量を優先して用いて、特定領域の仮の奥行き値を算出する。その後、特定領域の方位と仮の奥行き値に基づいて、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれ量の考慮の割合を決めて、奥行き値を再度求め直すことがより好ましい。

【0087】

このように、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれ量を用いて、被写体の奥行き値を求める計算方法にはいくつかの変形が考えられるが、いずれにしても検出精度の点で有利になるように複数の位置ずれを組み合わせ、被写体の特定領域の奥行き値を求めることに本質的な特徴があり、複数の位置ずれの組み合わせ方、計算方法には相当の自由度がある。

【0088】

また、3つの魚眼レンズの配置の仕方にも自由度がある。図13では3つの魚

眼レンズが天球の地平面において正 3 角形の頂点に配置され、各魚眼レンズの光軸は正 3 角形に垂直な方向であった。しかし魚眼レンズの配置の仕方はこれに限られない。図 1 7 は、3 つの視点位置から見た場合の位置ずれの関係を天球上で説明する図である。魚眼レンズ 3 2 4、3 2 5 及び 3 2 6 が天球の地平面に対して垂直な正 3 角形の頂点の位置にあり、正 3 角形の重心は天球の中心 O を通る。魚眼レンズ 3 2 4、3 2 5 及び 3 2 6 のそれぞれの視点は S、U、T であり、各魚眼レンズの光軸は、正 3 角形 S T U が作る平面内にある。中心 O を通り、直線 S T に垂直な平面を半円 3 6 5 とする。同様に、中心 O を通り、直線 T U に垂直な平面を半円 3 6 4、中心 O を通り、直線 U S に垂直な平面を半円 3 6 6 とする。半円 3 6 4、3 6 5、3 6 6 は天球の地平面の点 3 7 2 で交わる。

【 0 0 8 9 】

視点位置 S、T から見た場合には、半円 3 6 5 上で位置ずれが最も強く現れ、視点位置 T、U から見た場合には、半円 3 6 4 上で位置ずれが最も強く現れ、視点位置 U、S から見た場合に、半円 3 6 6 上で位置ずれが最も強く現れる。したがって、3 つの半円 3 6 4、3 6 5、3 6 6 の方向に近い方向にある被写体の領域については、3 つの視点位置 S、T、U のいずれか 2 つの視点位置から見た場合の位置ずれ量によって、奥行き値を算出することができる。また、3 つの半円 3 6 4、3 6 5、3 6 6 が交わる点 3 7 0 では、3 つの位置ずれ量を用いて奥行き値を求めることができるので、最も精度が高くなる。このように 3 つの魚眼レンズを配置する位置には自由度がある。死角を解消するために、3 つの視点位置が同一直線上にないこと、さらに好ましくは 3 つの視点位置を結ぶ 3 角形が正 3 角形であることが望ましい。

【 0 0 9 0 】

図 1 8 は、被写体の奥行き値の算出処理のフローチャートである。撮像ユニット 2 0 が同一直線上にない 3 以上の異なる視点位置から撮像した 3 以上の被写体の視差画像を入力する (S 1 0 0)。視差画像に写された被写体の特定領域を選択する (S 1 0 2)。特定領域の選択は、視差画像の領域を適当に分割し、自動的に分割された領域を順次選択してもよく、ユーザが操作ユニット 1 1 0 を用いて指定した被写体の領域を選択してもよい。位置ずれ検出部 3 0 4 は、任意の 2

枚の視差画像における被写体の特定領域の像の複数の位置ずれ量を検出する（S104）。奥行き算出部308は、特定領域の像の複数の位置ずれ量を用いて、特定領域の奥行き値を算出する（S108）。

【0091】

図19は、奥行き値算出処理S108のフローチャートである。被写体の特定領域の方位角 θ に基づいて、複数の位置ずれ量を考慮する割合 γ を決める（S200）。特定の2つの視点位置の midpoint から見た場合の方位角 θ が0に近い場合に、その特定の2つの視点位置から見た場合の2つの視差画像における位置ずれを考慮する割合を大きくし、他の2つの視差画像の組み合わせにおける位置ずれを考慮する割合を小さくする。次に、2つの視差画像の組み合わせの各々における位置ずれ量に基づいて、式（1）を用いて特定領域の奥行き値 Z_i （ $i=1, 2, \dots$ ）を算出する（S202）。複数の位置ずれを考慮する割合 γ に基づいて、奥行き値 Z_i （ $i=1, 2, \dots$ ）を合成して、特定領域の奥行き値 Z を算出する。奥行き値 Z_i （ $i=1, 2, \dots$ ）を合成して奥行き値 Z を算出する方法として、たとえば、割合 γ で Z_i （ $i=1, 2, \dots$ ）の重み付け平均を計算して Z とする。

【0092】

奥行き値算出処理S108には、いくつかの変形が考えられる。図20は、奥行き値算出処理S108の変形例のフローチャートである。被写体の特定領域について、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれの検出精度を比較して、複数の位置ずれの考慮の割合 γ を決める（S201）。それ以降のS202及びS206の処理は図19と同じである。この変形例では、被写体の特定領域の方位角 θ で割合 γ を決めるのではなく、任意の2枚の視差画像における特定領域の複数の位置ずれの検出精度の良い方の考慮の度合いを大きくするように割合 γ を決める。

【0093】

図21は、奥行き値算出処理S108の他の変形例のフローチャートである。被写体の特定領域について、任意の2枚の視差画像における複数の位置ずれ量の検出精度を比較し、最も検出精度の良い位置ずれ量に基づいて、特定領域の仮の

奥行き値 Z_K を算出する (S 210)。特定領域の方位角 θ と仮の奥行き値 Z_K に基づいて、複数の位置ずれを考慮する割合 γ を決める (S 212)。それ以降の S 202 及び S 206 の処理は図 19 と同じである。この変形例では、割合 γ を、視差角 θ と仮の奥行き値 Z_K から決める点が異なる。

【0094】

図 22 は、被写体の奥行き値の他の算出処理のフローチャートである。撮像ユニット 20 が同一直線上にない 3 以上の異なる視点位置から撮像した 3 以上の被写体の視差画像を入力する (S 100)。視差画像に写された被写体の特定領域を選択する (S 102)。特定領域の選択は、視差画像の領域を適当に分割し、自動的に分割された領域を順次選択してもよく、ユーザが操作ユニット 110 を用いて指定した被写体の領域を選択してもよい。位置ずれ検出部 304 は、被写体の特定領域の方位角 θ が $\pi/6$ より小さくなるような特定の 2 枚の視差画像を選択し (S 124)、その特定の 2 枚の視差画像における特定領域の像の位置ずれを検出する (S 126)。奥行き算出部 308 は、特定の 2 枚の視差画像において検出された特定領域の像の位置ずれ量を用いて、特定領域の奥行き値を算出する (S 128)。

【0095】

位置ずれ量の検出の精度や処理コストは、撮像ユニット 20 の CCD 30 の解像度や画像処理を行う処理ユニット 60 のメイン CPU 62、不揮発性メモリ 66、メインメモリ 68、メインバス 82 等の処理性能等、ハードウェア性能に依存する面と、被写体の特定領域を抽出し、位置ずれを検出する画像処理手法のアルゴリズム性能等、システムの機能構成に依存する面がある。そのため、一概に、任意の 2 枚の視差画像における複数の位置ずれの考慮の割合を、式 (1) から理論的に導出される検出精度から決めるとは限らない。

【0096】

このように、複数の位置ずれ量を用いて、被写体の奥行き値を求める計算方法には、被写体の領域の方位角、被写体の奥行き値の推定値、位置ずれ量の検出精度や処理コスト、ハードウェア性能やシステムの機能構成等に基づいて、いくつかのバリエーションが考えられる。いずれにしても、本実施形態の画像撮像装置に

よれば、被写体の領域の方位によって複数の位置ずれのいずれかの検出精度が低くなる場合や、いずれかの方位の位置ずれの検出の処理コストが高くなる場合に、他方の位置ずれ量によって補完することで、被写体の全方位の領域の奥行き情報を高い精度で効率良く算出できる。

【0097】

以上述べたように、本実施形態の画像撮像装置によれば、3以上の視点位置から視野角の広いレンズを用いて被写体の3以上の視差画像を撮影し、被写体の像の複数の位置ずれ量を検出し、複数の位置ずれ量を用いて被写体の奥行き値を求めることができる。被写体の領域の方位によって、2つの視点位置から見た視差画像の位置ずれ量だけでは検出精度が落ちる場合でも、第3の視点位置から見た視差画像を組み合わせることにより、位置ずれの検出精度を上げることができるため、広い視野にわたって被写体の奥行き情報を高い精度で効率よく算出することができる。

【0098】

また、本実施形態の画像撮像装置は、監視用カメラとして利用することもできる。従来の監視用カメラは、全方位の画像を得るために、カメラを駆動させなければならなかった。本実施形態の画像撮像装置を監視カメラとして用いた場合、カメラを駆動させなくても、全方位の被写体を撮影し、奥行き情報を算出することができる。得られた奥行き情報から、人物等の主要被写体を容易に抽出することができるため、銀行や小売店に設置して、防犯に利用することができる。

【0099】

(実施形態2)

本発明の第2の実施形態を説明する。図23は、画像処理装置の一例としての、写真画像の現像や編集等を行うラボシステム200の構成図である。本実施形態のラボシステム200は、入力部210と、処理部220と、記録部240と、出力部250とを有する。

【0100】

入力部210は、被写体の画像データを入力する。画像データとして、被写体を異なる視点から見た場合の視差画像を入力する。デジタルカメラ等で撮影され

た対象物のデジタル画像を入力する場合、入力部 210 には、半導体メモリカード等の着脱自在な記録媒体から画像データを読み取るための読み取り装置が用いられる。また、フロッピーディスク、MO、CD-ROM 等から画像データを読み取る場合は、入力部 210 として、それぞれフロッピードライブ、MO ドライブ、CD ドライブ等が用いられてもよい。

【0101】

処理部 220 は、入力部 210 が入力した視差画像を記憶し、被写体の奥行き情報を算出する。処理部 220 は算出した奥行き情報を視差画像とともに記録部 240 に出力する。また処理部 220 は算出した奥行き情報をもとに、被写体の画像を処理して、記録部 240 と出力部 250 に出力してもよい。

【0102】

記録部 240 は、処理部 220 が出力した奥行き情報または画像データを着脱自在な記録媒体に記録する。記録媒体として、書き込み可能な CD-ROM、DVD 等の光記録媒体や、MO 等の光磁気記録媒体、フロッピーディスク等の磁気記録媒体等が用いられる。記録部 240 として、CD-R ドライブ、DVD ドライブ、MO ドライブ、フロッピードライブ等が用いられる。また、記録部 240 は、フラッシュメモリ、メモリカード等の半導体メモリに奥行き情報または画像データを記録してもよい。

【0103】

出力部 250 は、処理部 220 が出力した被写体の処理された画像データを画像として出力する。例えば画像を画面表示する場合、出力部 250 には画像を表示するモニタが用いられる。また例えば画像を印刷する場合、出力部 250 にはデジタルプリンタやレーザプリンタ等のプリンタが用いられる。

【0104】

図 24 は、処理部 220 の機能構成図である。処理部 220 は、視差画像記憶部 302 と、位置ずれ検出部 304 と、奥行き算出部 308 と、画像変換部 312 とを有する。

【0105】

視差画像記憶部 302 は、入力部 210 が入力した被写体の 3 以上の視差画像

のデータをRAM等の半導体メモリまたはハードディスク等の磁気記録媒体に記憶する。位置ずれ検出部 3 0 4 は、視差画像記憶部 3 0 2 が記憶する 3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像の組み合わせにおいて、被写体の特定領域の像の位置が視差によってずれる量を検出する。奥行き算出部 3 0 8 は、位置ずれ検出部 3 0 4 が検出した複数の位置ずれ量を用いて、被写体の特定領域の奥行き値を算出する。

【 0 1 0 6 】

位置ずれ検出部 3 0 4 及び奥行き算出部 3 0 8 が、視差画像に撮像された被写体の一部の領域または全部の領域について、被写体の奥行き情報を算出する処理については、第 1 の実施形態と同じであるから、説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

画像変換部 3 1 2 は、奥行き算出部 3 0 8 が算出した被写体の奥行き情報に基づいて、被写体の画像を処理する。画像変換部 3 1 2 は、被写体の奥行き情報、視差画像、または処理された画像を記憶部 2 4 0 と出力部 2 5 0 に出力する。

【 0 1 0 8 】

画像変換部 3 1 2 は、被写体の奥行き情報に基づいて魚眼レンズで撮影された被写体の全方位画像を透視投影画像に変形してもよい。図 2 5 は、全方位画像から透視投影画像への変換を説明する図である。魚眼レンズで撮影された被写体の全方位画像 3 5 6 上の点または領域について、奥行き値が算出されているので、座標変換を行うことにより、その点または領域を透視投影画像 3 5 8 上に写像することができる。透視投影画像 3 5 8 は、通常の標準レンズで被写体を撮影したときの画像である。

【 0 1 0 9 】

画像変換部 3 1 2 は、被写体の奥行き情報に基づいて、魚眼レンズで撮影された被写体の全方位画像から、被写体の正面図、側面図、上面図等の正投影図法の画像を生成してもよい。図 2 6 は、魚眼レンズで撮影された部屋の間取りの模式図である。魚眼レンズにより部屋の天井付近から部屋の全方位を撮影している。図 2 7 は、全方位画像を座標変換して得られた部屋の平面図である。部屋の全方位の奥行き情報を利用することにより、全方位画像はこのような平面図に変換す

ることができる。図 28 は、全方位画像を座標変換して得られた部屋の側面図である。このように、画像変換部 312 は、被写体の全方位の奥行き情報に基づいて、被写体の全方位画像から、被写体の正面図、側面図、上面図等の正投影画像を生成し、設計図等の作成に役立てることができる。このような画像変換処理は、建築や都市計画の場面で広く使われる。

【0110】

本実施形態の画像処理装置によれば、視野角の広いレンズで撮影された被写体の視差画像を入力して、広い視野にわたる被写体の奥行き情報を算出することができる。また算出された奥行き情報に基づいて、画像処理を行い、CAD等の図面データを作成することができる。また、全方位の奥行き情報のある画像データは、CG（コンピュータグラフィックス）やシミュレーションに利用することができる。

【0111】

（実施形態 3）

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。図 29 は、画像処理装置の構成図である。本実施形態の画像処理装置の基本的な構成及び動作は、第 2 の実施形態の画像処理装置と同様である。本実施形態では、画像処理装置の処理部 220 として、パーソナルコンピュータやワークステーション等の電子計算機を用いる点が、第 2 の実施形態と異なる。

【0112】

図 29 を参照しながら、本実施形態の処理部 220 のハードウェア構成を説明する。CPU 230 は ROM 232 及び RAM 234 に格納されたプログラムに基づいて動作する。キーボード、マウス等の入力装置 231 を介して利用者によりデータが入力される。ハードディスク 233 は、画像等のデータ、及び CPU 230 を動作させるプログラムを格納する。CD-ROM ドライブ 235 は CD-ROM 290 からデータ又はプログラムを読み取り、RAM 234、ハードディスク 233 及び CPU 230 の少なくともいずれかに提供する。

【0113】

CPU 230 が実行するプログラムの機能構成は、第 2 の実施形態の画像処理

装置の処理部 220 の機能構成と同じであり、視差画像記憶モジュールと、位置ずれ検出モジュールと、奥行き算出モジュールと、画像変換モジュールとを有する。

【0114】

視差画像記憶モジュール、位置ずれ検出モジュール、奥行き算出モジュール、及び画像変換モジュールが、CPU 230 に行わせる処理は、それぞれ、第 2 の実施形態の画像処理装置の処理部 220 における、視差画像記憶部 302、位置ずれ検出部 304、奥行き算出部 308、及び画像変換部 312 の機能及び動作と同じであるから、説明を省略する。これらのプログラムは、CD-ROM 290 等の記録媒体に格納されて利用者に提供される。記録媒体の一例としての CD-ROM 290 には、本出願で説明した画像処理装置の動作の一部又は全ての機能を格納することができる。

【0115】

上記のプログラムは記録媒体から直接 RAM 234 に読み出されて CPU 230 により実行されてもよい。あるいは、上記のプログラムは記録媒体からハードディスク 233 にインストールされ、RAM 234 に読み出されて CPU 230 により実行されてもよい。

【0116】

記録媒体としては、CD-ROM 290 の他にも、ハードディスク、ROM や RAM 等のメモリ、DVD や PD 等の光学記録媒体、フロッピーディスクやミニディスク (MD) 等の磁気記録媒体、MO 等の光磁気記録媒体、テープ状記録媒体、不揮発性の半導体メモリカード等を用いることができる。

【0117】

上記のプログラムは、単一の記録媒体に格納されてもよいし、複数の記録媒体に分割されて格納されてもよい。また、上記プログラムは記録媒体に圧縮されて格納されてもよい。圧縮されたプログラムは伸張され、RAM 234 等の別の記録媒体に読み出され、実行されてもよい。さらに、圧縮されたプログラムは CPU 230 によって伸張され、ハードディスク 233 等にインストールされた後、RAM 234 等の別の記録媒体に読み出され、実行されてもよい。

【 0 1 1 8 】

さらに、記録媒体の一例としてのCD-ROM 290は、通信ネットワークを介して、ホストコンピュータによって提供される上記のプログラムを格納してもよい。記録媒体に格納された上記のプログラムは、ホストコンピュータのハードディスクに格納され、通信ネットワークを介してホストコンピュータから当該コンピュータに送信され、RAM 234等の別の記録媒体に読み出され、実行されてもよい。

【 0 1 1 9 】

上記のプログラムを格納した記録媒体は、本出願の画像処理装置を製造するためにのみ使用されるものであり、そのような記録媒体の業としての製造および販売等が本出願に基づく特許権の侵害を構成することは明らかである。

【 0 1 2 0 】

(実施形態4)

次に、本発明の第4の実施形態を説明する。本実施形態の画像撮像装置の一例は、カメラを内蔵したノート型コンピュータやカメラを内蔵した携帯型電子端末等の電子機器等である。これらの場合、ノート型コンピュータや携帯型電子端末の電子計算機部分は主に図29に示した処理部220として機能する。本実施形態の画像撮像装置は、第1の実施形態の画像撮像装置の処理ユニット60を、図29に示した処理部220のハードウェア構成に換えたものである。本実施形態の画像撮像装置の基本的な構成及び動作は、第1の実施形態の画像撮像装置と同様である。

【 0 1 2 1 】

本実施形態の処理部220のハードウェア構成は、第3の実施形態の処理部220のハードウェア構成と同じであるから説明を省略する。CPU 230が実行するプログラムの機能構成は、第1の実施形態の画像撮像装置の処理ユニット60の機能構成と同じであり、視差画像記憶モジュールと、位置ずれ検出モジュールと、奥行き算出モジュールと、記録モジュールとを有する。

【 0 1 2 2 】

視差画像記憶モジュール、位置ずれ検出モジュール、奥行き算出モジュール、

及び画像変換モジュールが、CPU 230に行わせる処理は、それぞれ、第1の実施形態の画像撮像装置の処理部220における、視差画像記憶部302、位置ずれ検出部304、奥行き算出部308、及び記録部310の機能及び動作と同じであるから、説明を省略する。これらのプログラムは、CD-ROM 290等の記録媒体に格納されて利用者に提供される。記録媒体の一例としてのCD-ROM 290には、本出願で説明した画像撮像装置の動作の一部又は全ての機能を格納することができる。

【0123】

上記のプログラムを格納した記録媒体は、本出願の画像撮像装置を製造するためにのみ使用されるものであり、そのような記録媒体の業としての製造および販売等が本出願に基づく特許権の侵害を構成することは明らかである。

【0124】

以上述べたように、本発明の画像撮像装置及び画像処理装置によれば、3以上の視点位置から見た被写体の3以上の視差画像から、被写体の特定領域の像の位置ずれを複数個検出することができ、複数の位置ずれ量を用いて被写体の奥行き値を求めることができる。2つの視点位置から見た場合の2つの視差画像においては、奥行き値の算出が困難な死角領域であっても、第3の視点位置から見た視差画像を組み合わせることにより、死角領域を解消することができ、広い視野にわたって被写体の奥行き情報を高い精度で算出することができる。

【0125】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができることが当業者に明らかである。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0126】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば広い視野にわたって被写体の奥行きに関する情報を高い精度で取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 画像撮像装置の一例としてのデジタルカメラ 1 0 の構成図である。

【図 2】 撮像ユニット 2 0 の撮影レンズ 2 2 の構成の一例である。

【図 3】 撮像ユニット 2 0 の撮影レンズ 2 2 の構成の他の例である。

【図 4】 撮像ユニット 2 0 の撮影レンズ 2 2 の構成の他の例である。

【図 5】 撮像ユニット 2 0 の撮影レンズ 2 2 の構成の他の例である。

【図 6】 処理ユニット 6 0 の機能ブロック図である。

【図 7】 魚眼レンズ 3 2 0 が結像する被写体の点の入射角 θ と、全方位画像 3 2 2 における被写体の点の像の位置との関係を説明する図である。

【図 8】 2 つの魚眼レンズを用いて被写体を見た場合の視差の説明図である。

【図 9】 視差角 θ_A の式 (1) のグラフである。

【図 1 0】 被写体の視差角の大きさの違いを説明する図である。

【図 1 1】 位置ずれ量の違いを天球上で説明する図である。

【図 1 2】 位置ずれ量の違いを天球の地平面で説明する図である。

【図 1 3】 3 つの視点から見た場合の位置ずれの関係を天球上で説明する図である。

【図 1 4】 3 つの位置ずれの関係を天球の地平面で説明する図である。

【図 1 5】 視差画像領域選択部 3 0 3 の機能説明図である。

【図 1 6】 3 つの視点位置から被写体を見た場合の 3 つの視差角の変化を示すグラフである。

【図 1 7】 3 つの視点位置から見た場合の位置ずれの関係を天球上で説明する図である。

【図 1 8】 被写体の奥行き値の算出処理のフローチャートである。

【図 1 9】 奥行き値算出処理 S 1 0 8 のフローチャートである。

【図 2 0】 奥行き値算出処理 S 1 0 8 の変形例のフローチャートである。

【図 2 1】 奥行き値算出処理 S 1 0 8 の他の変形例のフローチャートである。

【図 2 2】 被写体の奥行き値の他の算出処理のフローチャートである。

【図 2 3】 画像処理装置の一例としての、写真画像の現像や編集等を行うラボシステム 2 0 0 の構成図である。

【図 2 4】 処理部 2 2 0 の機能構成図である。

【図 2 5】 全方位画像から透視投影画像への変換を説明する図である。

【図 2 6】 魚眼レンズで撮影された部屋の間取りの模式図である。

【図 2 7】 全方位画像を座標変換して得られた部屋の平面図である。

【図 2 8】 全方位画像を座標変換して得られた部屋の正投影画像である。

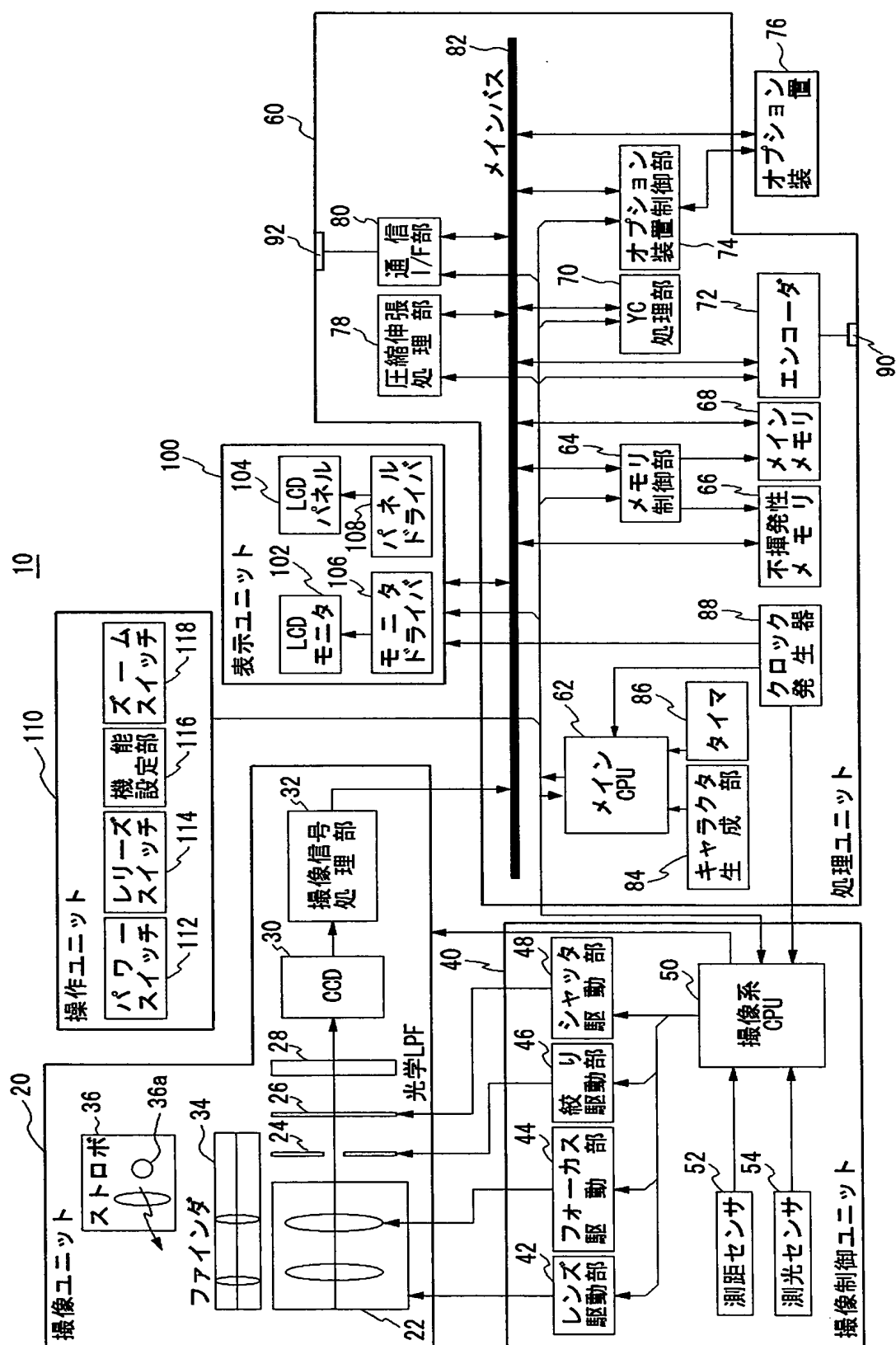
【図 2 9】 画像処理装置の構成図である。

【符号の説明】

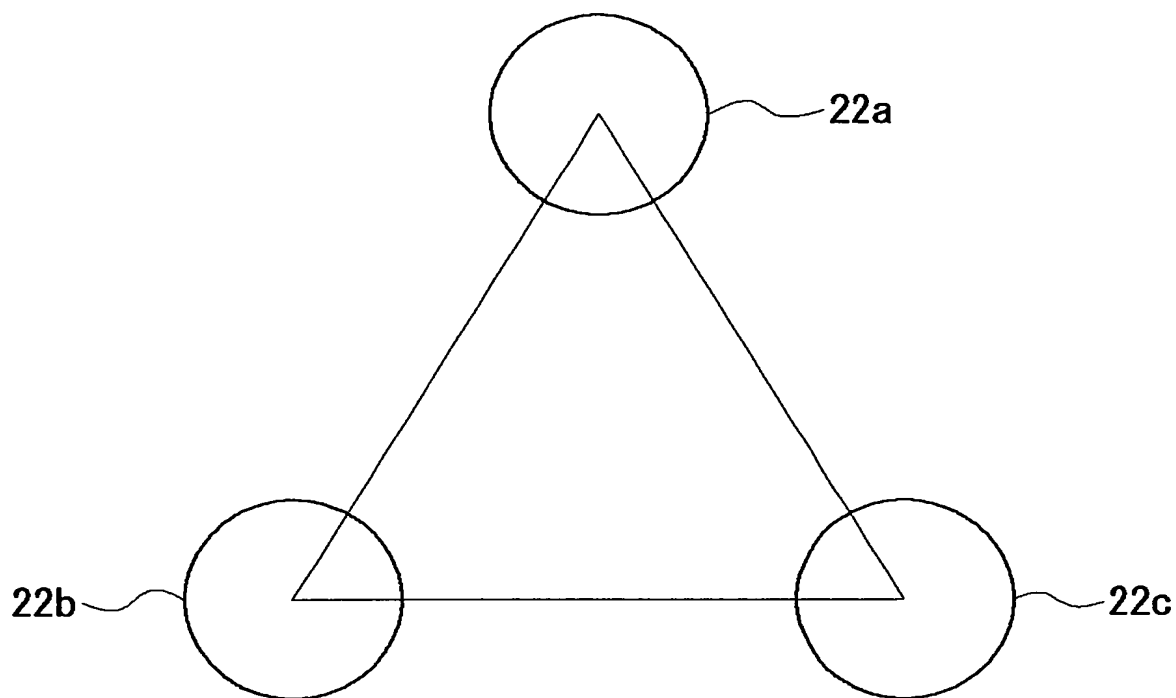
1 0	デジタルカメラ	2 0	撮像ユニット
4 0	撮像制御ユニット	6 0	処理ユニット
1 0 0	表示ユニット	1 1 0	操作ユニット
2 0 0	画像処理装置	2 1 0	入力部
2 2 0	処理部	2 4 0	記録部
2 5 0	出力部	2 9 0	記録媒体
3 0 2	視差画像記憶部	3 0 3	視差画像領域選択部
3 0 4	位置ずれ検出部	3 0 8	奥行き算出部
3 1 0	記録部	3 1 2	画像変換部
3 2 4、3 2 5、3 2 6	魚眼レンズ		

【書類名】 図面

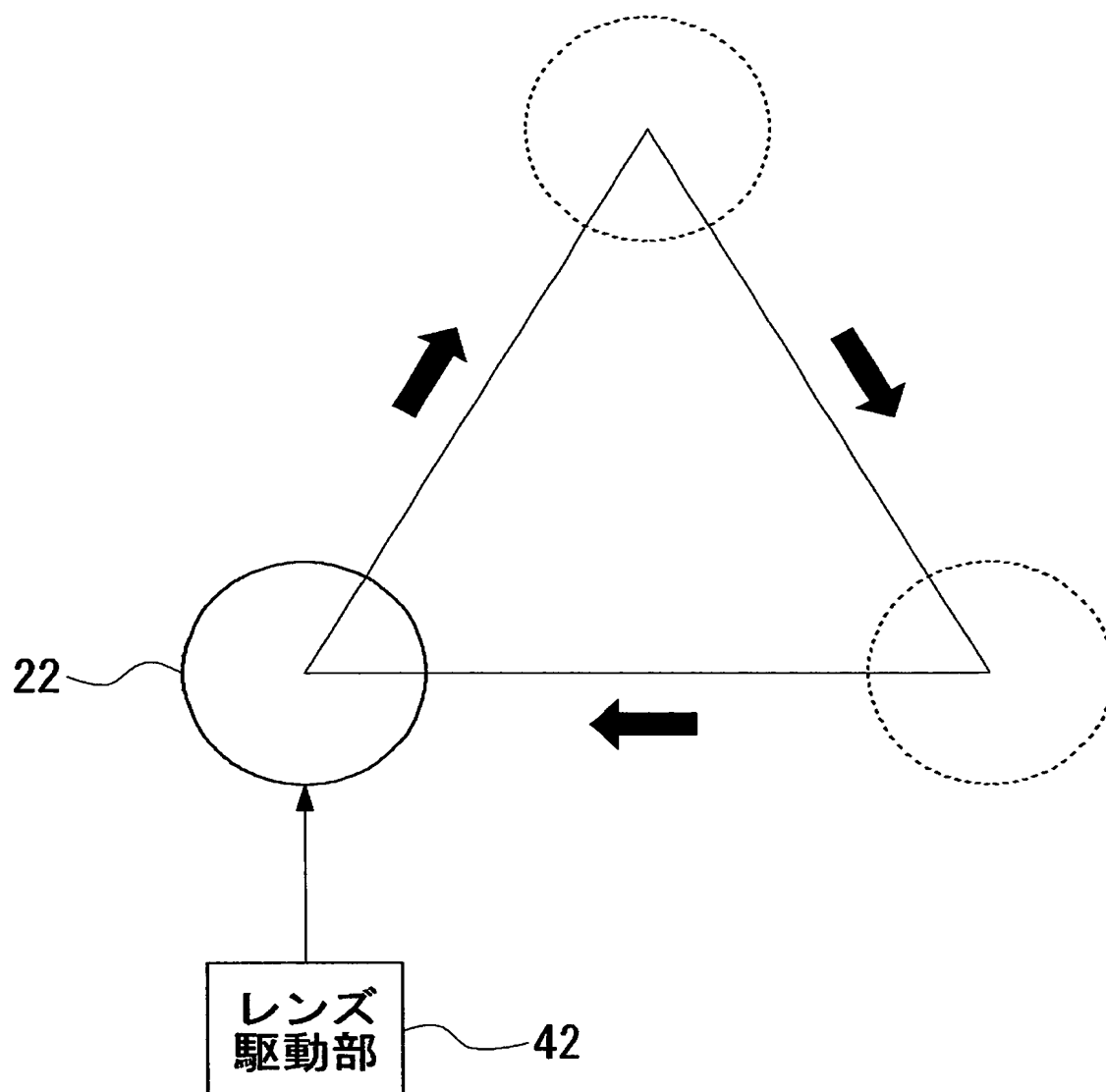
【図 1】



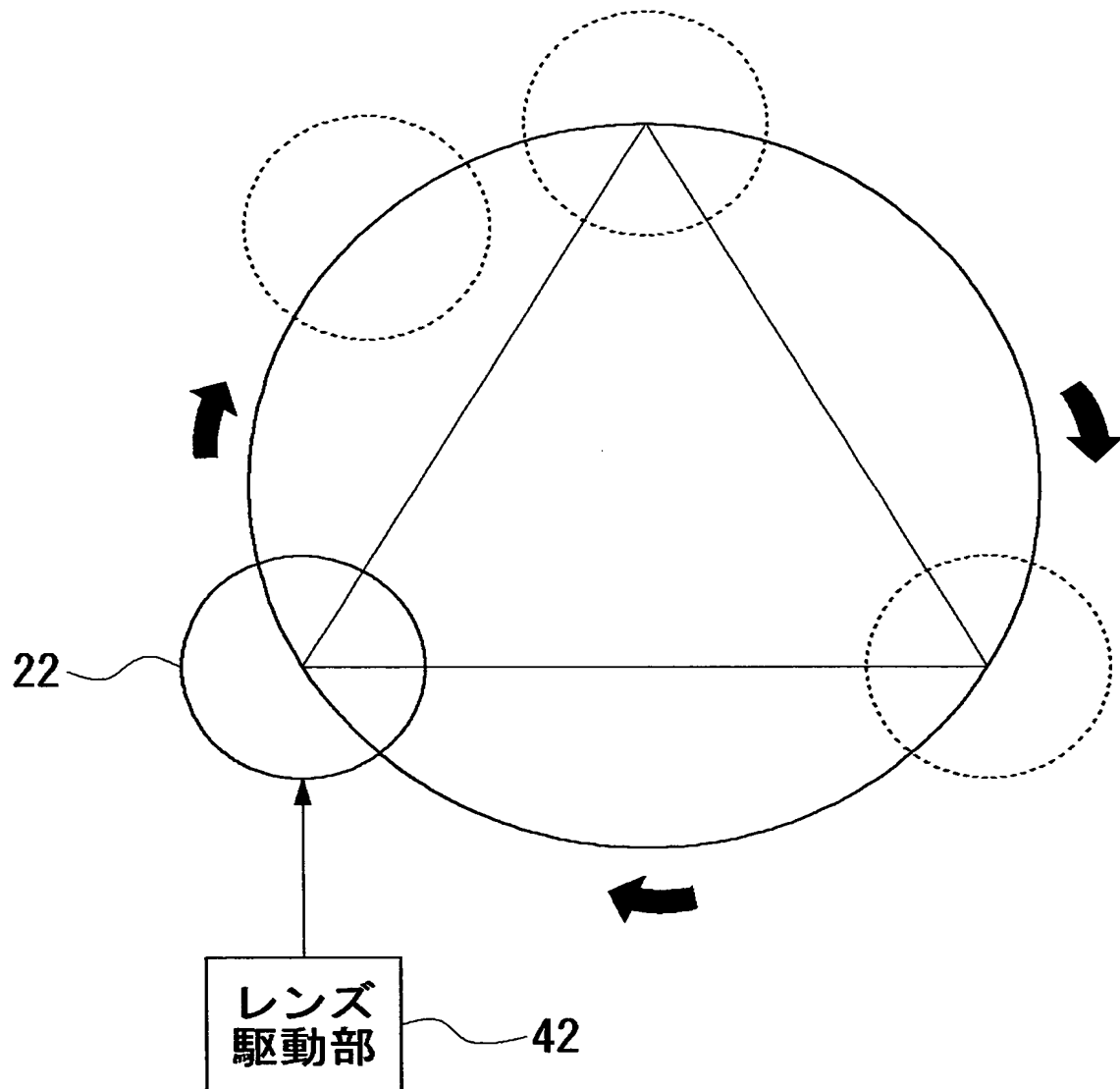
【図 2】



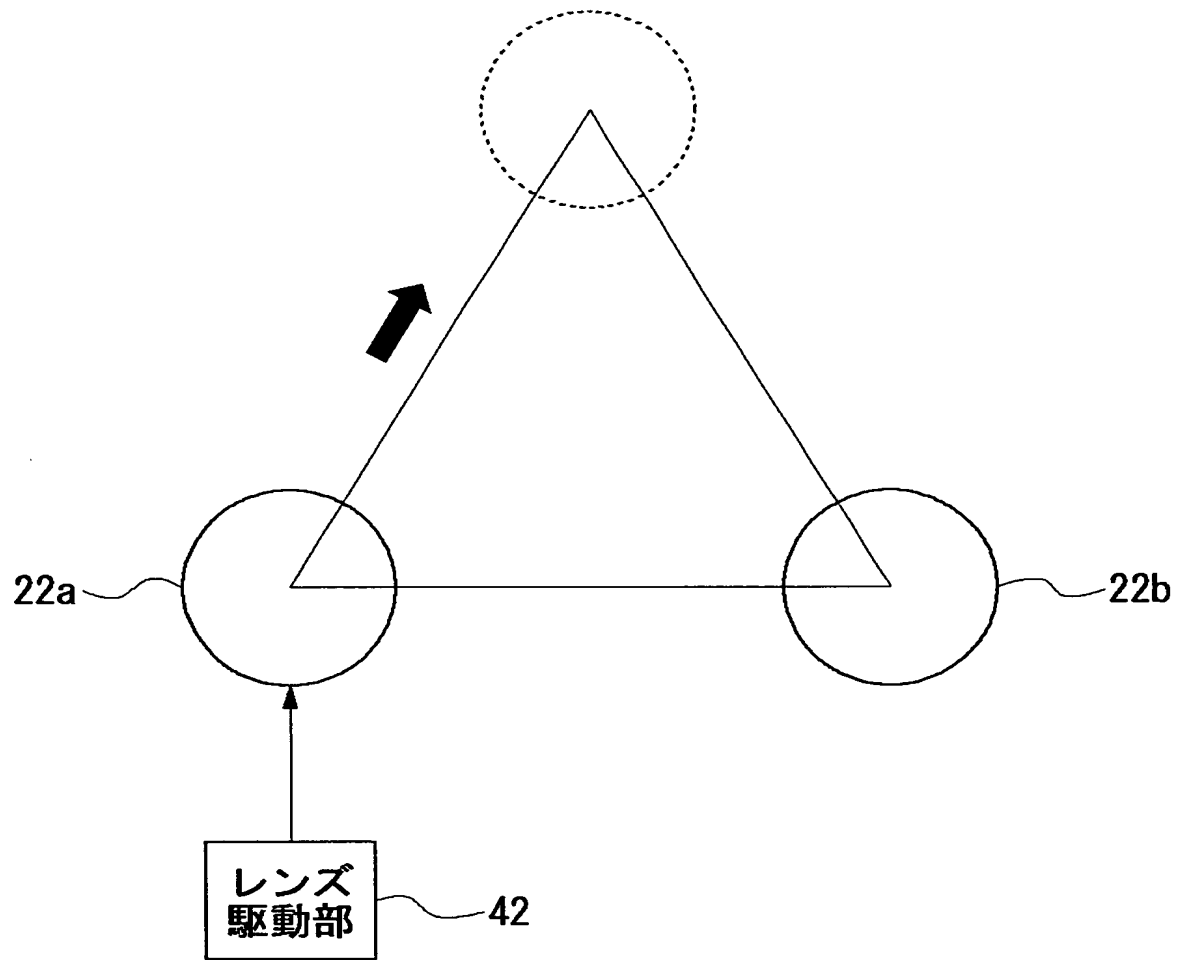
【図 3】



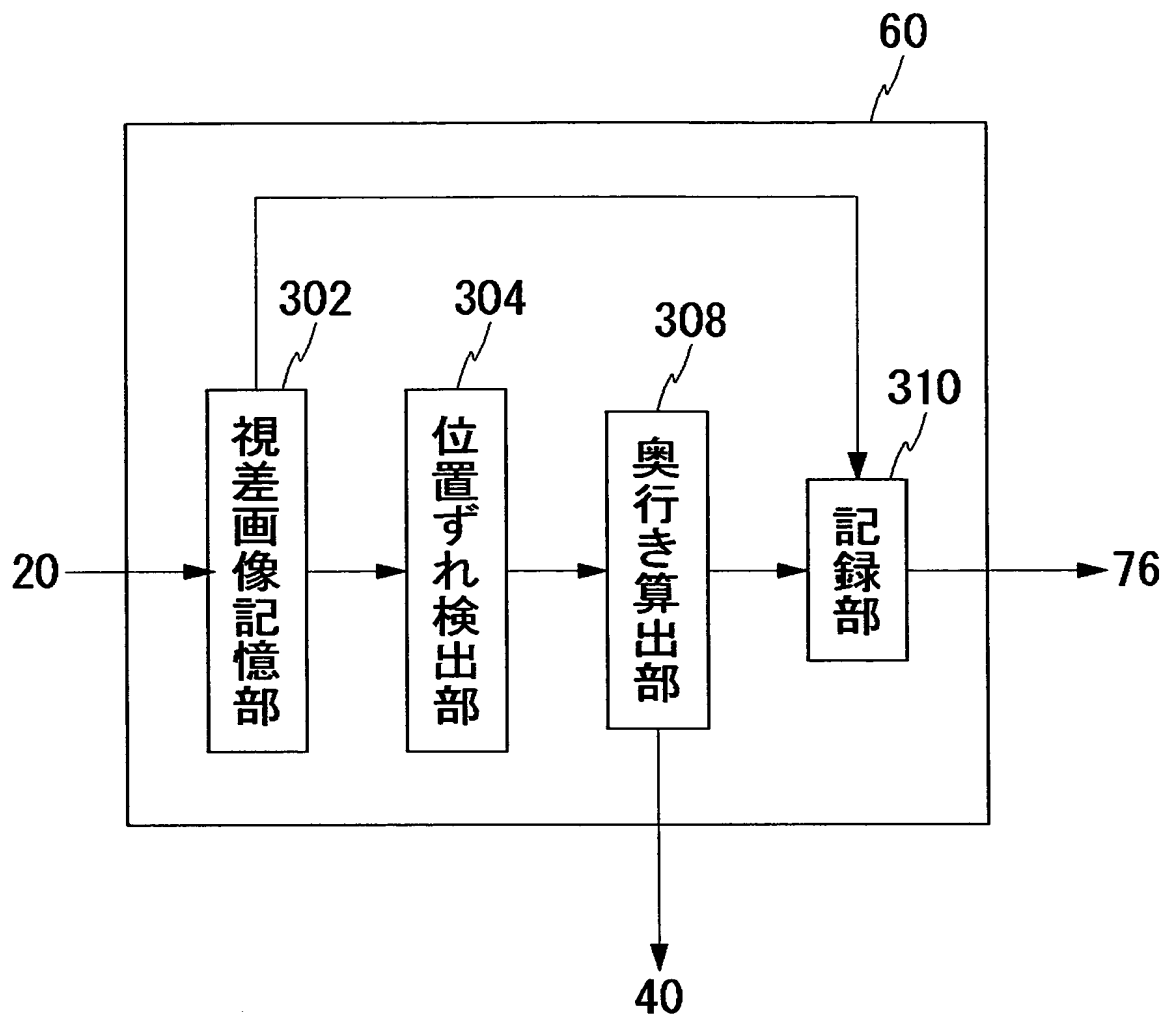
【図 4】



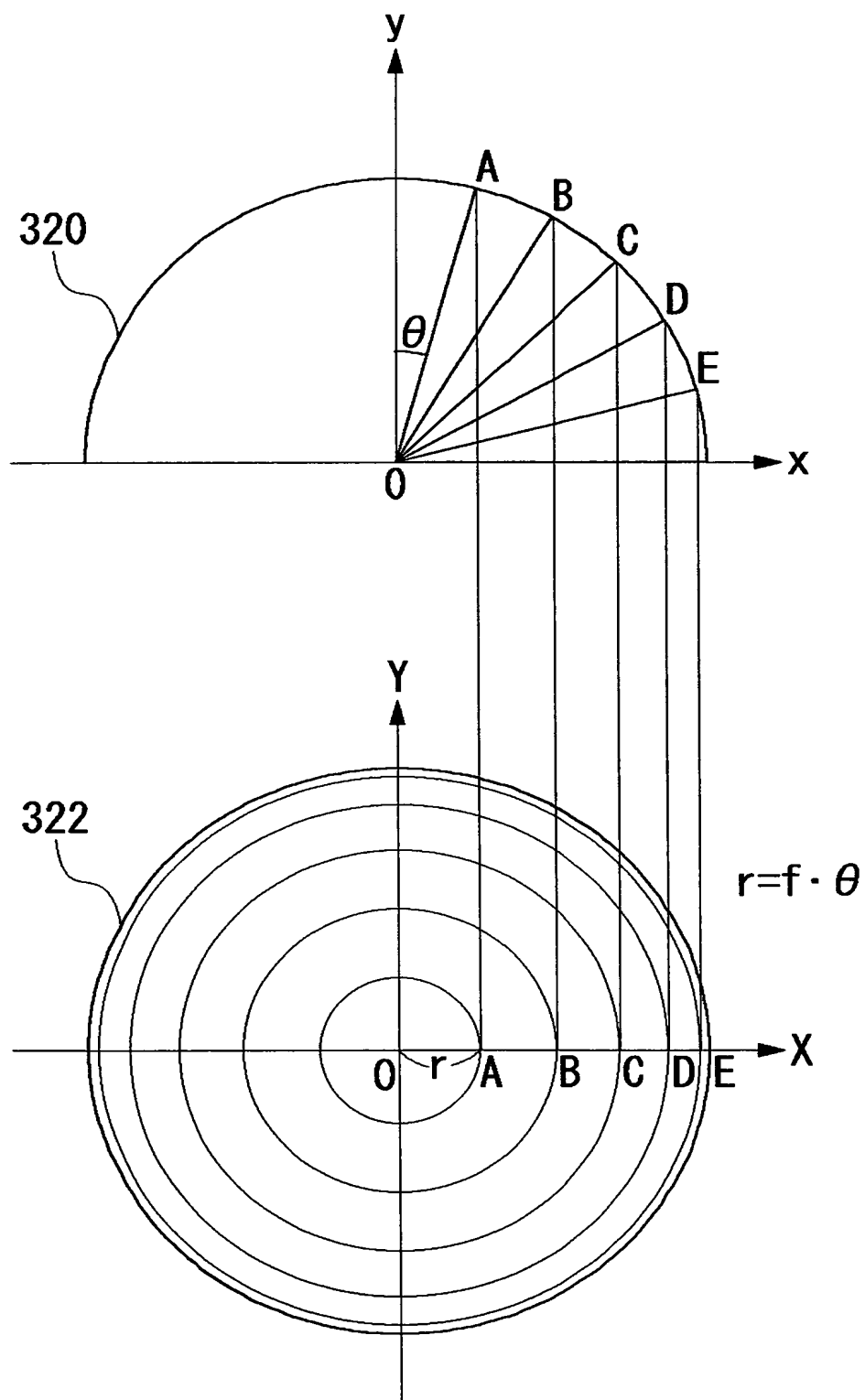
【図 5】



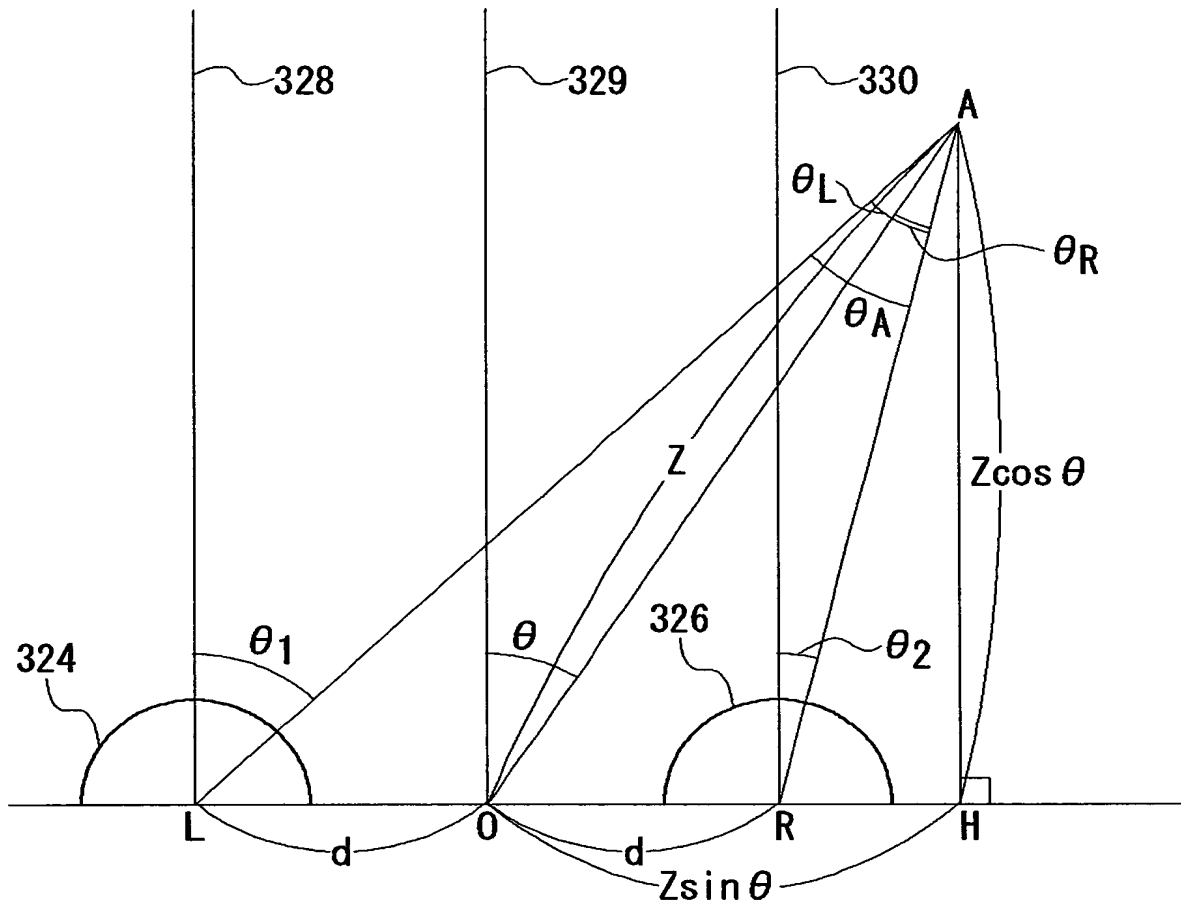
【図 6】



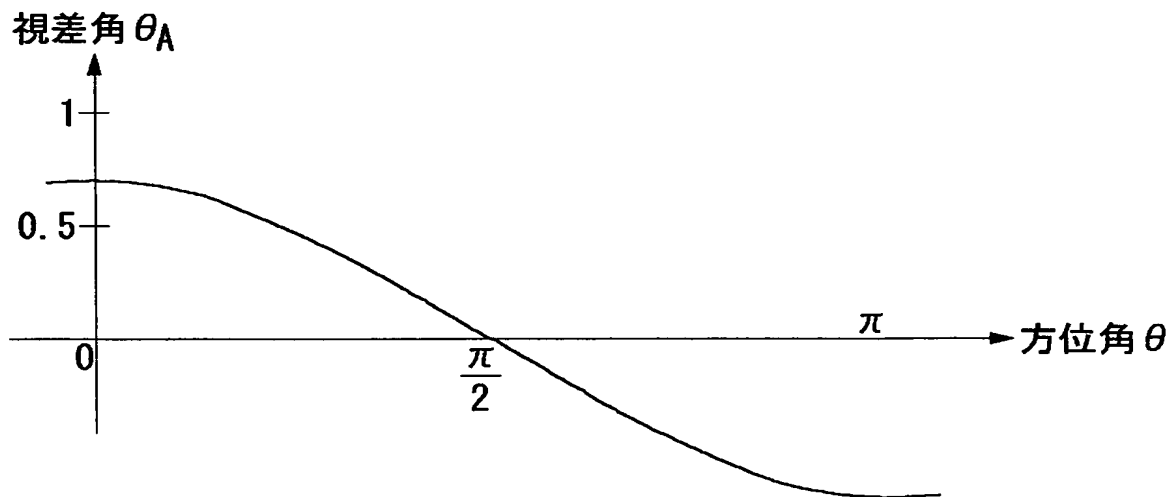
【図 7】



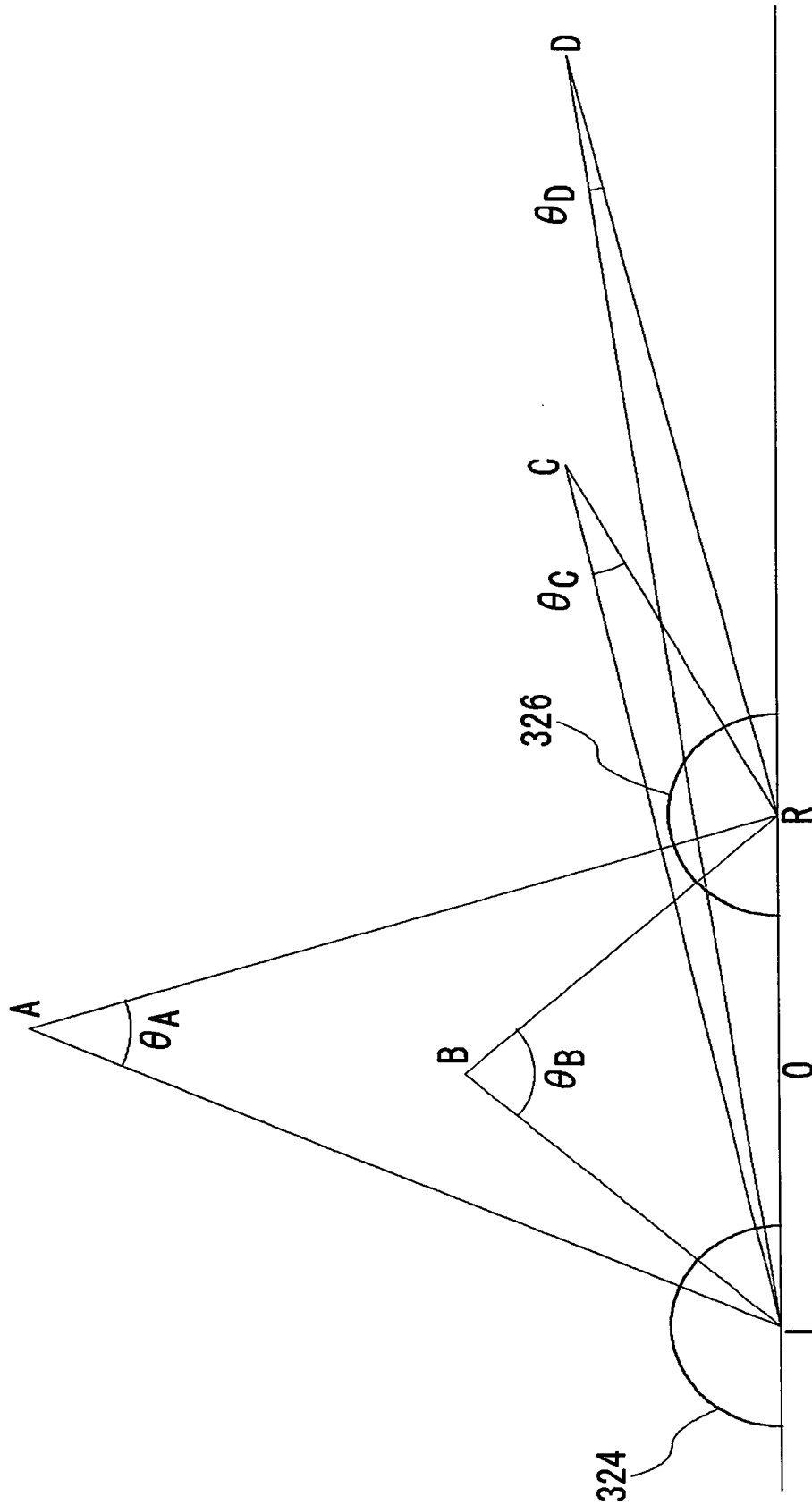
【図 8】



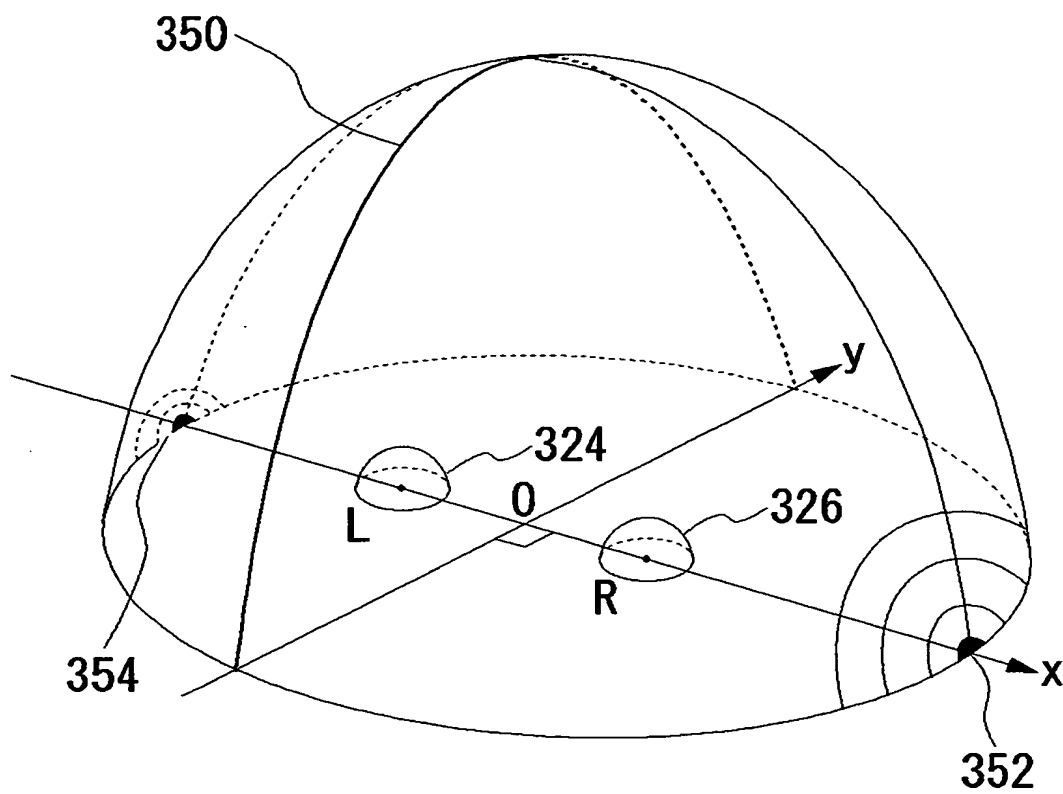
【図 9】



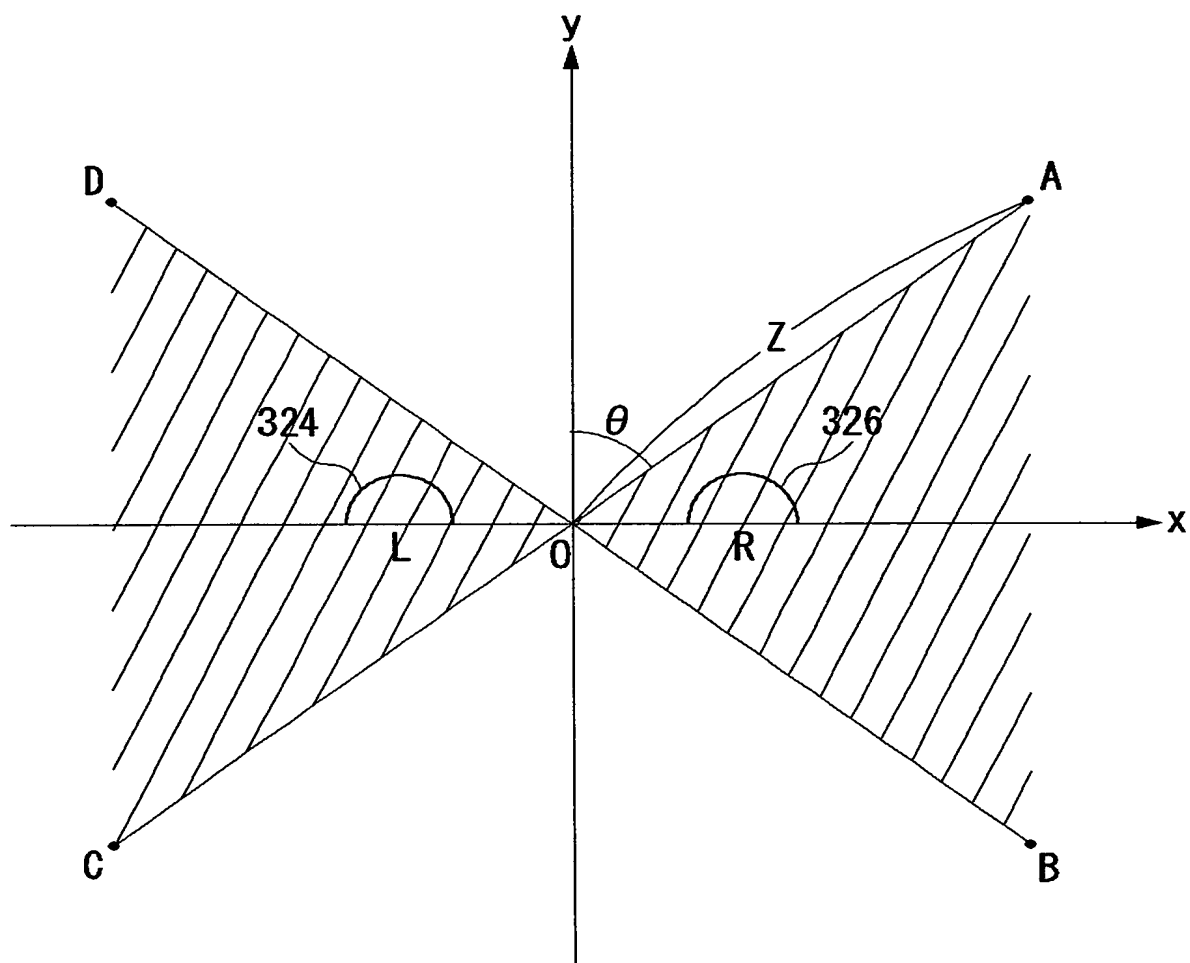
【図 10】



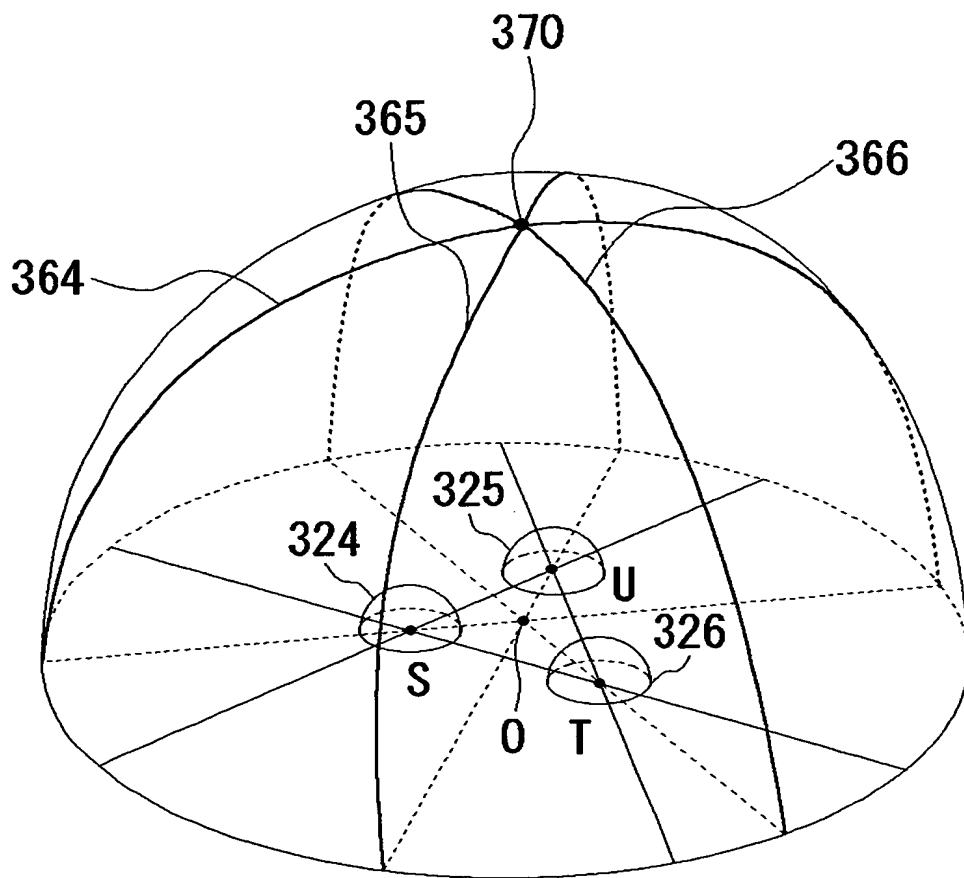
【図 1 1】



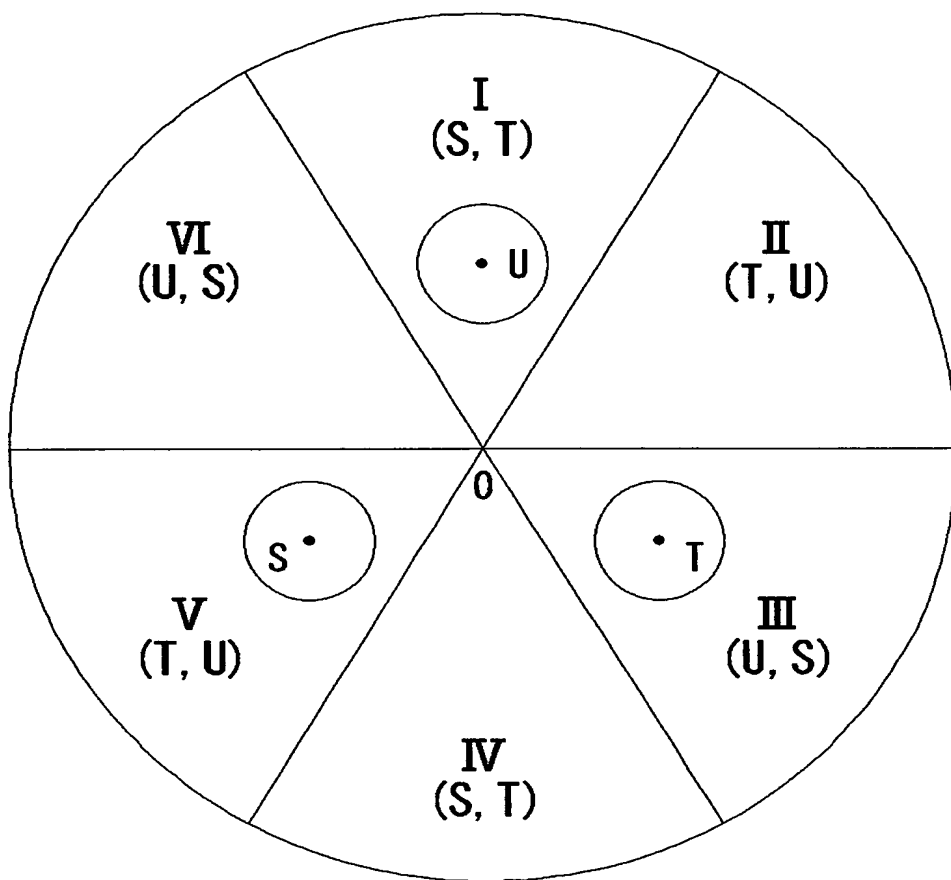
【図 1 2】



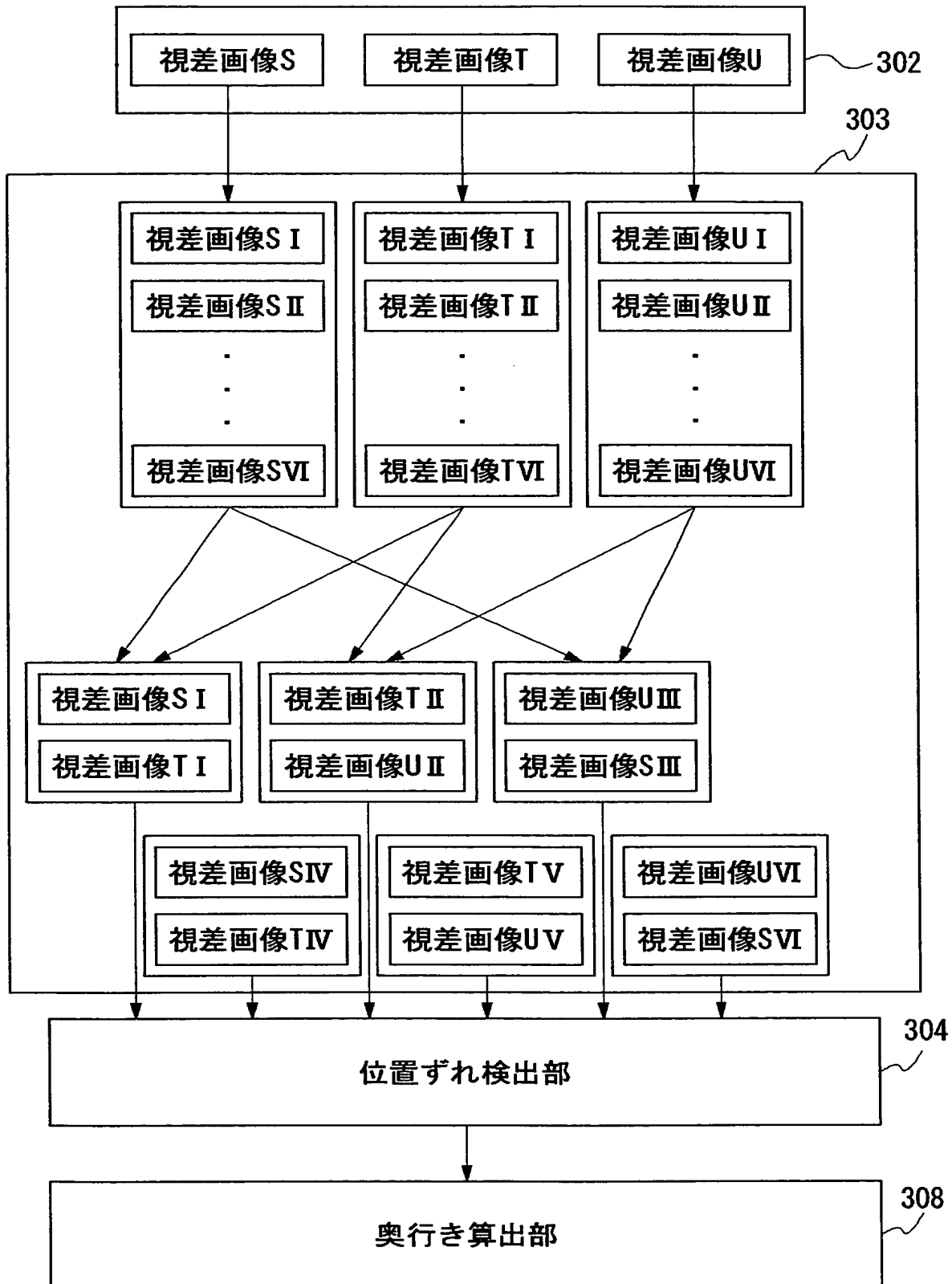
【図 1 3】



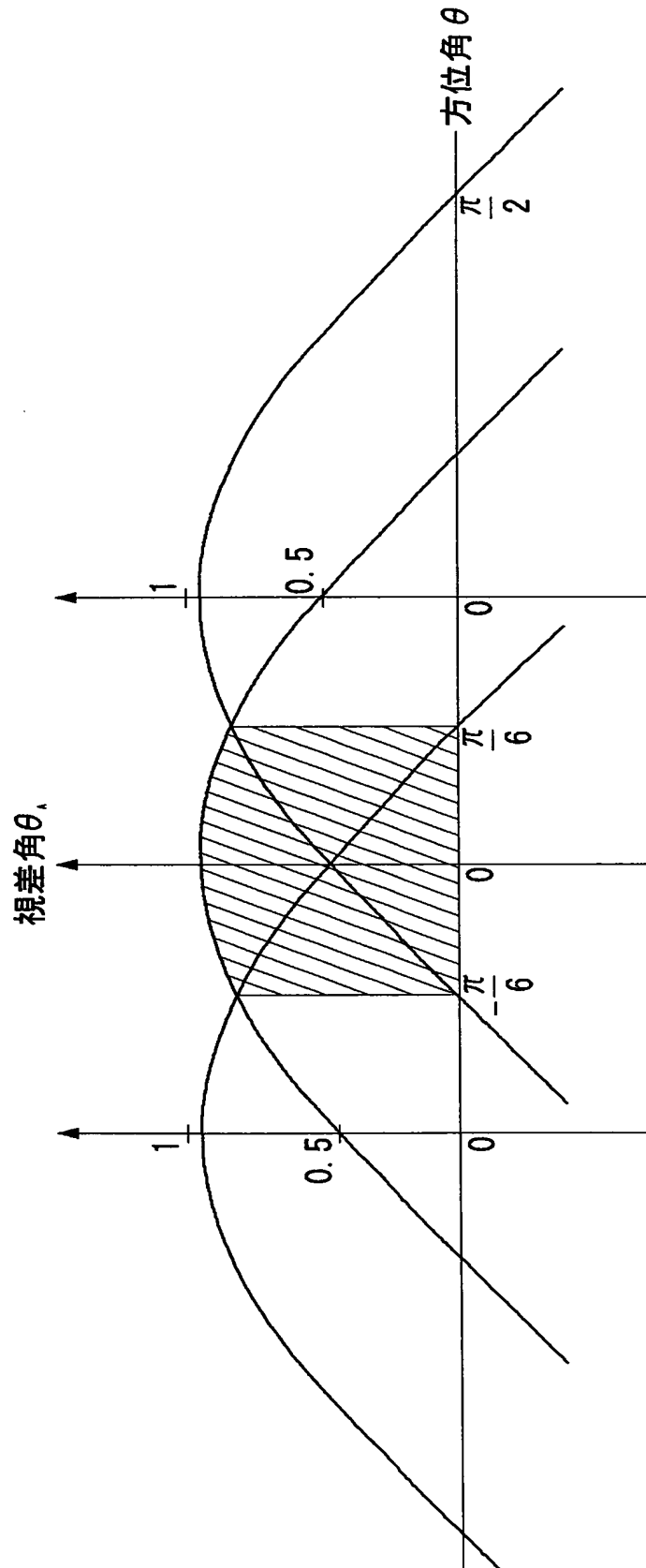
【図 1 4】



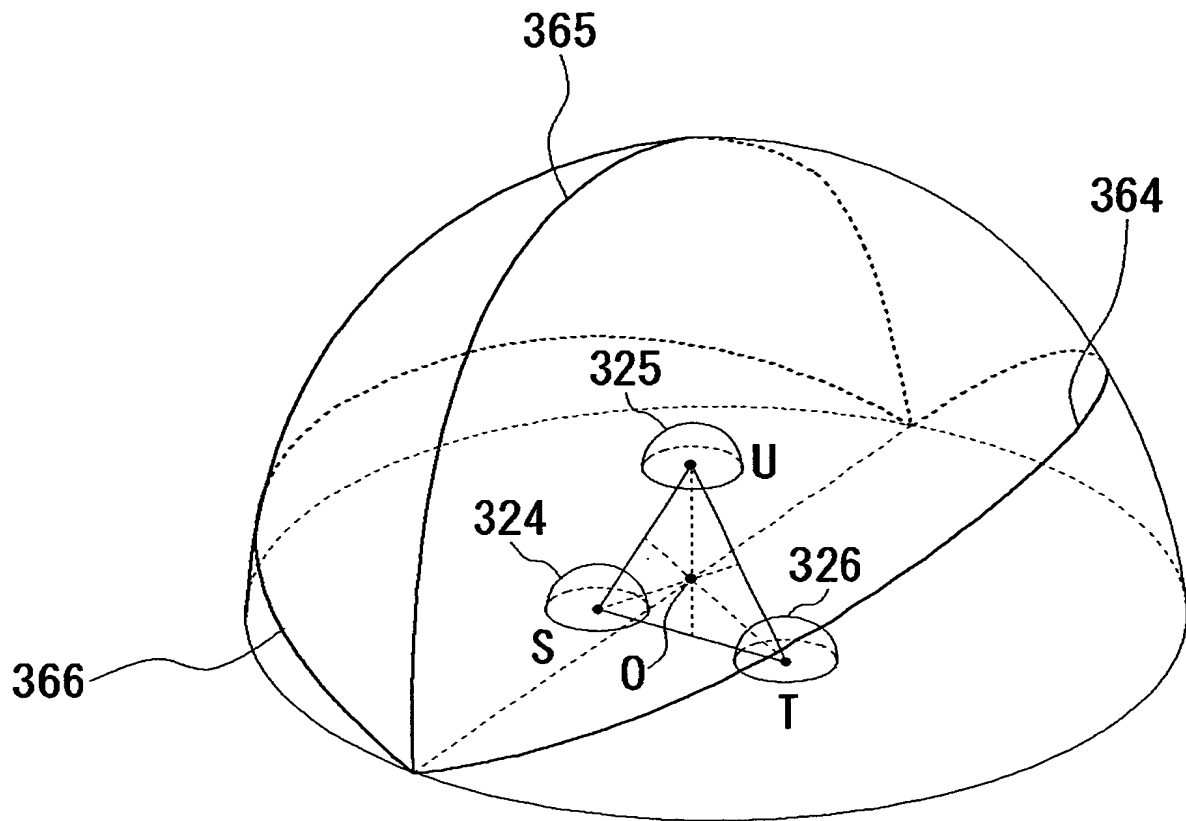
【図 1 5】



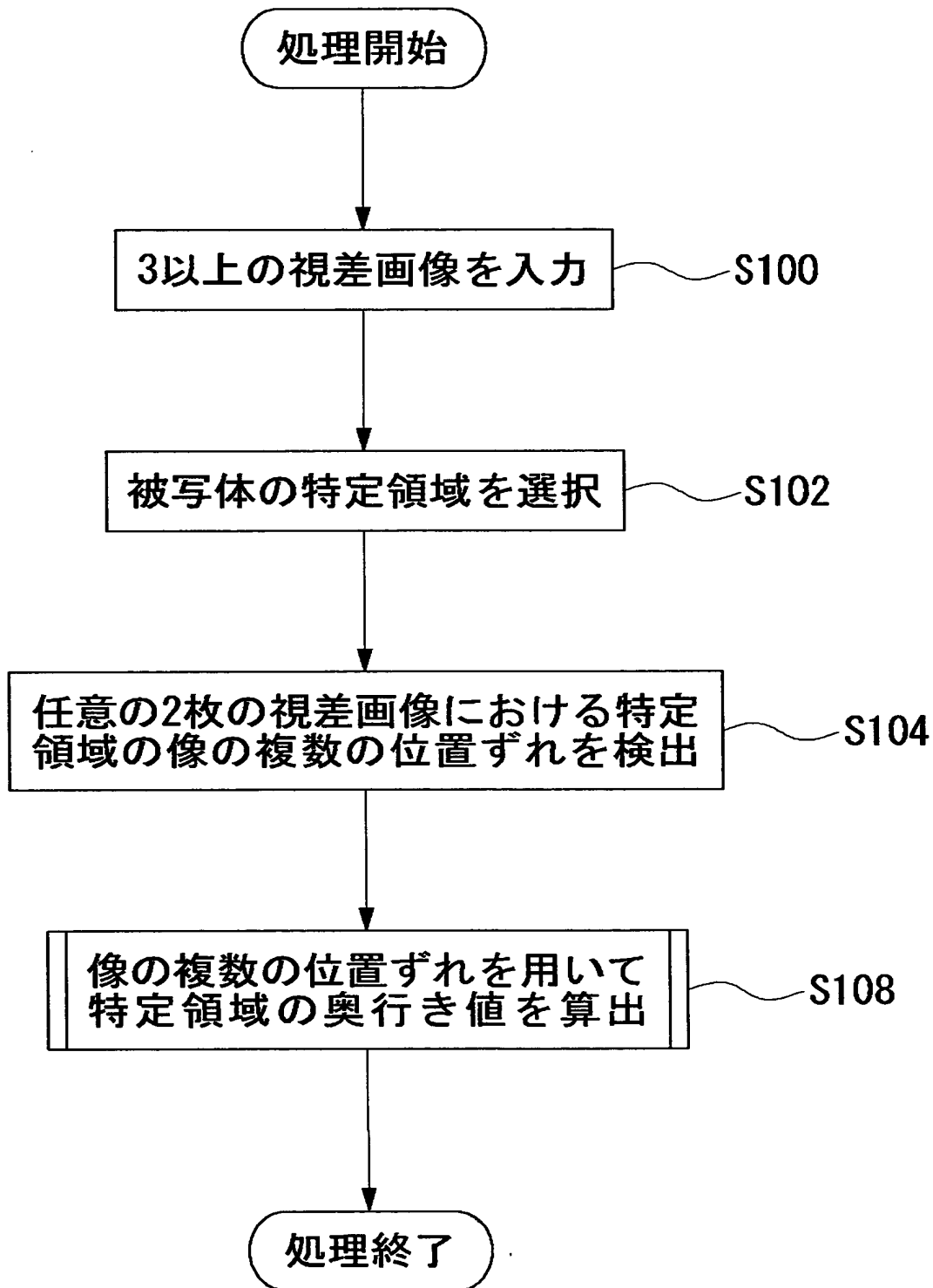
【図 1 6】



【図 1 7】

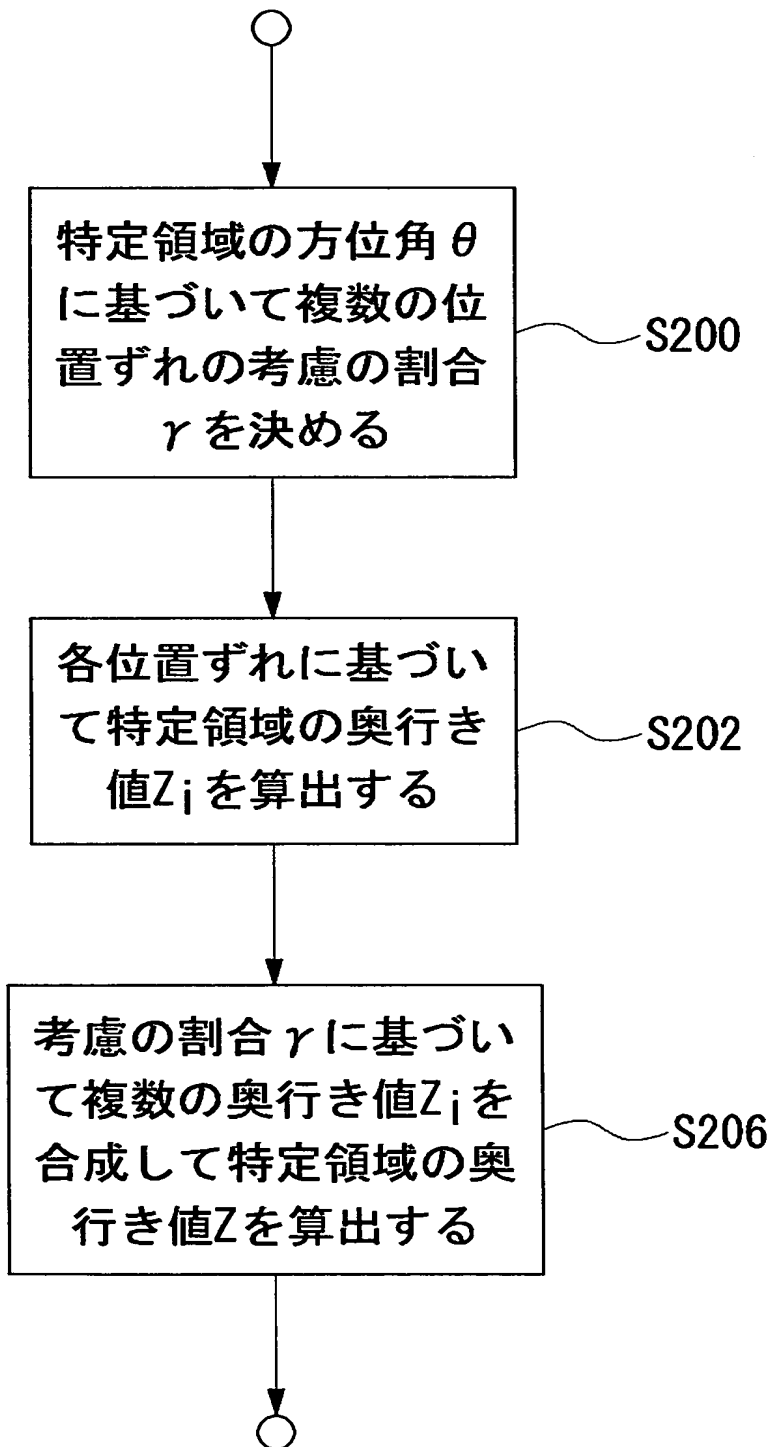


【図 18】



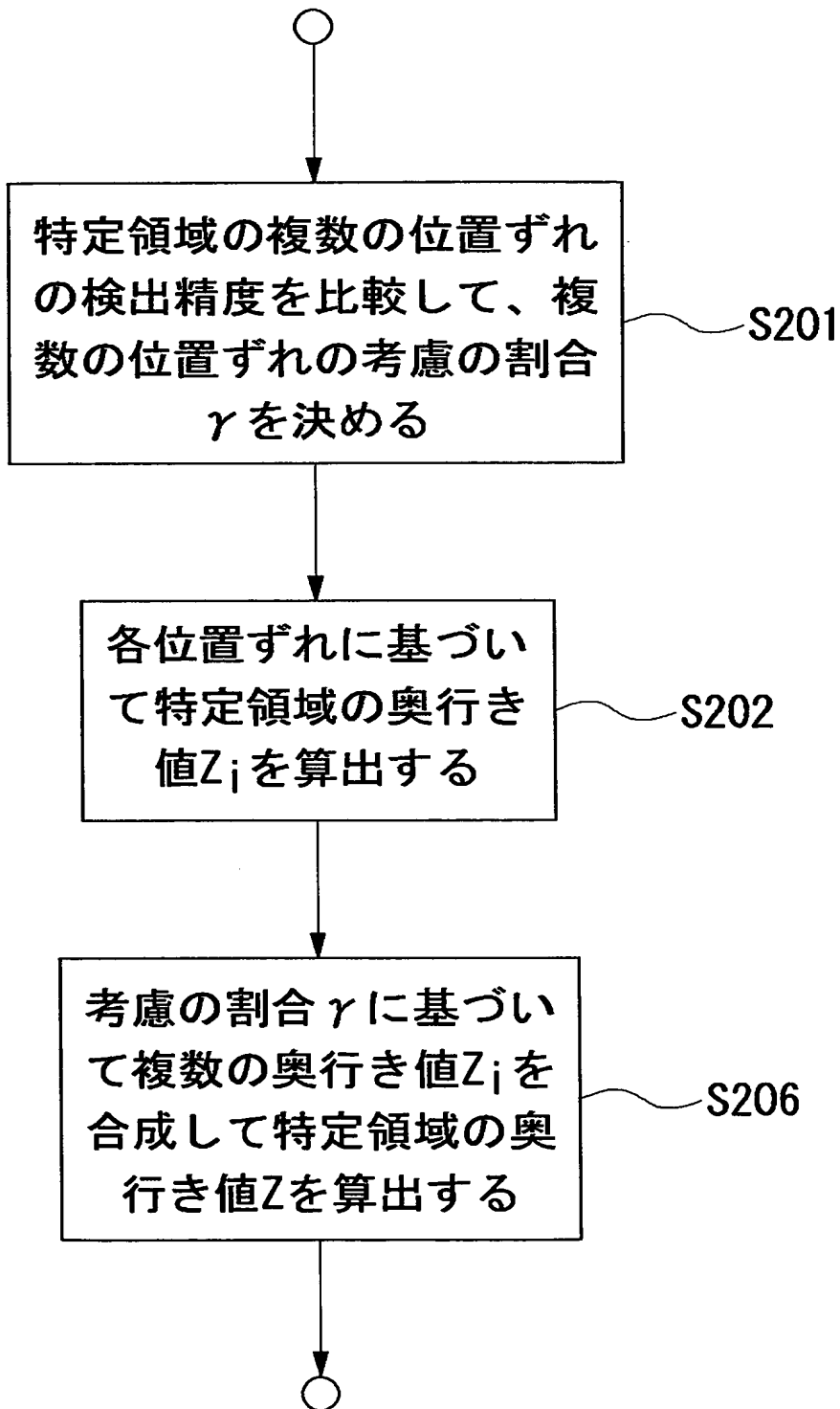
【図 1 9】

S108

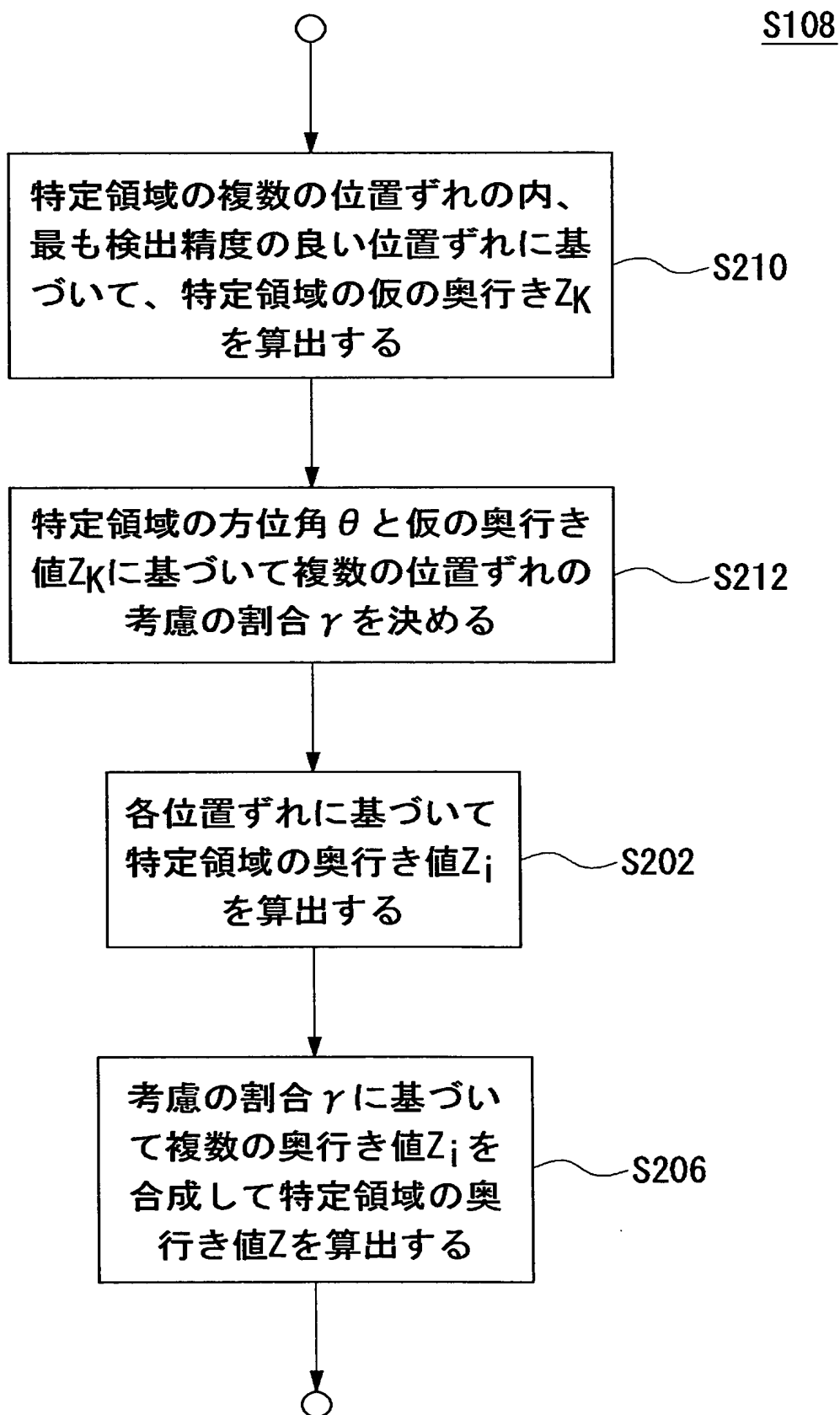


【図 2 0】

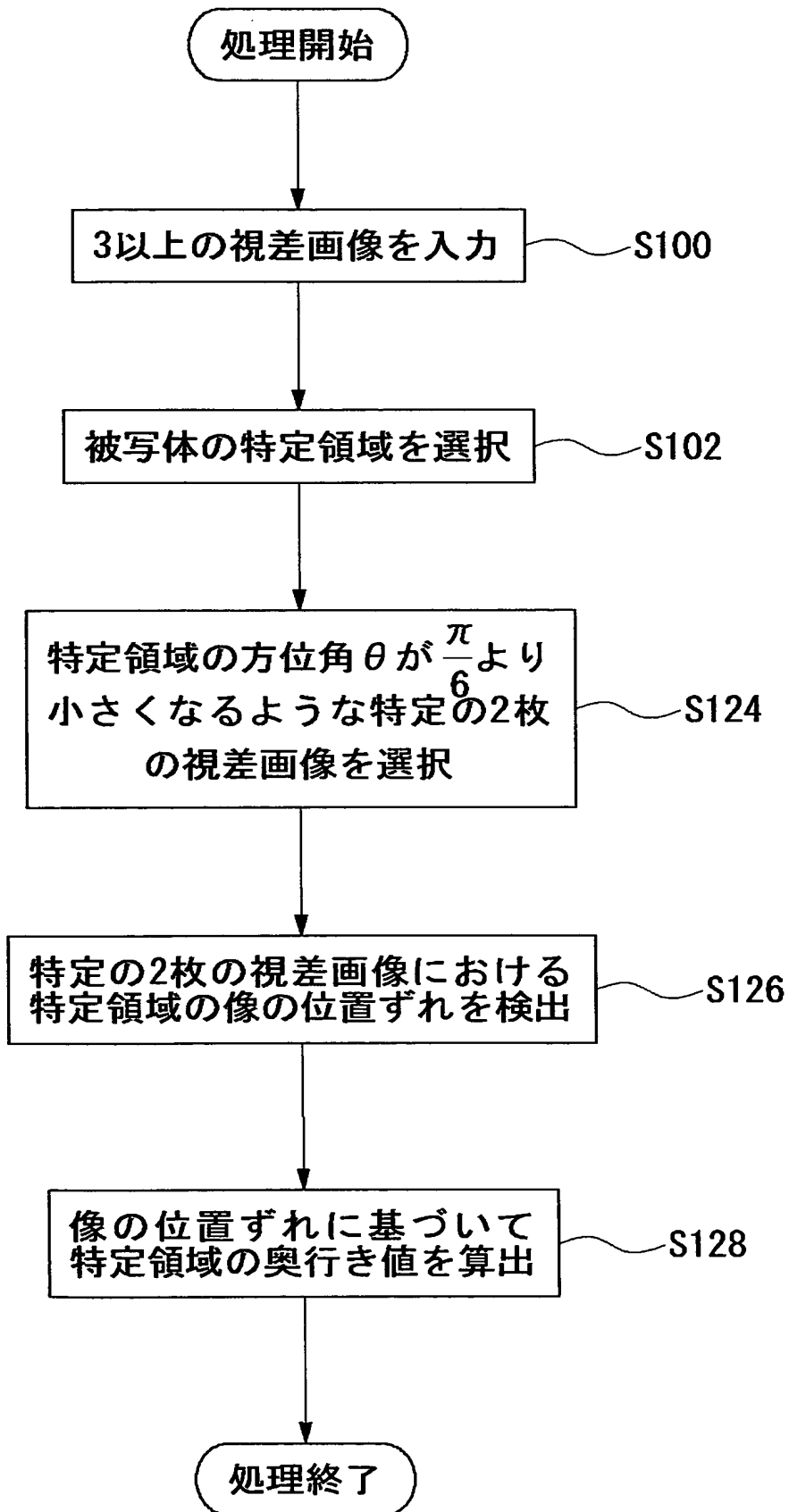
S108



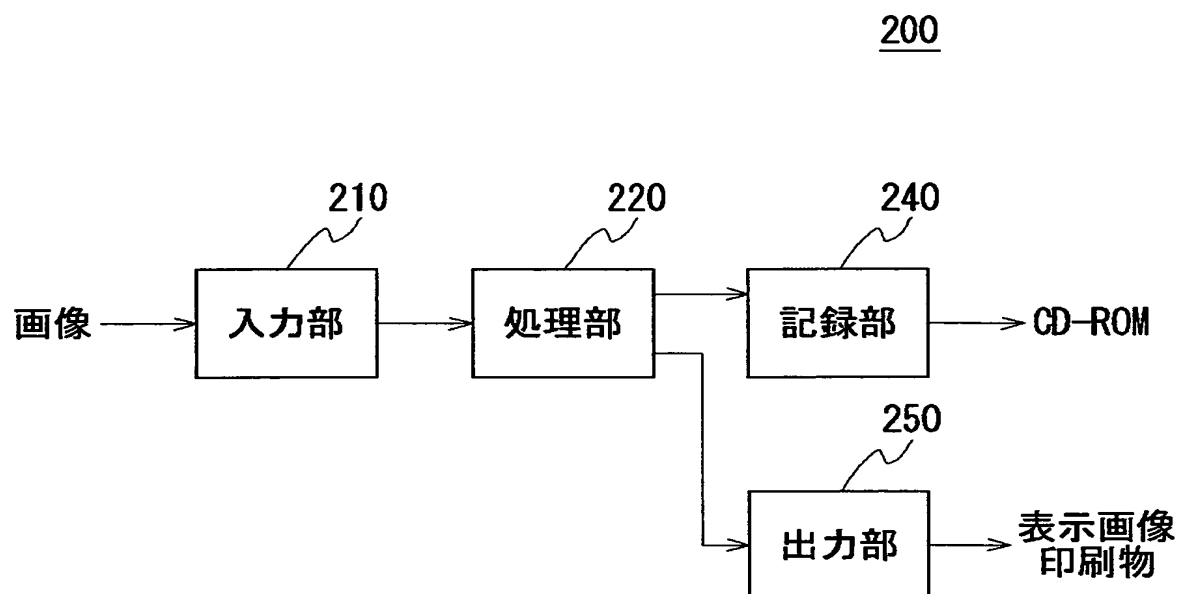
【図 2 1】



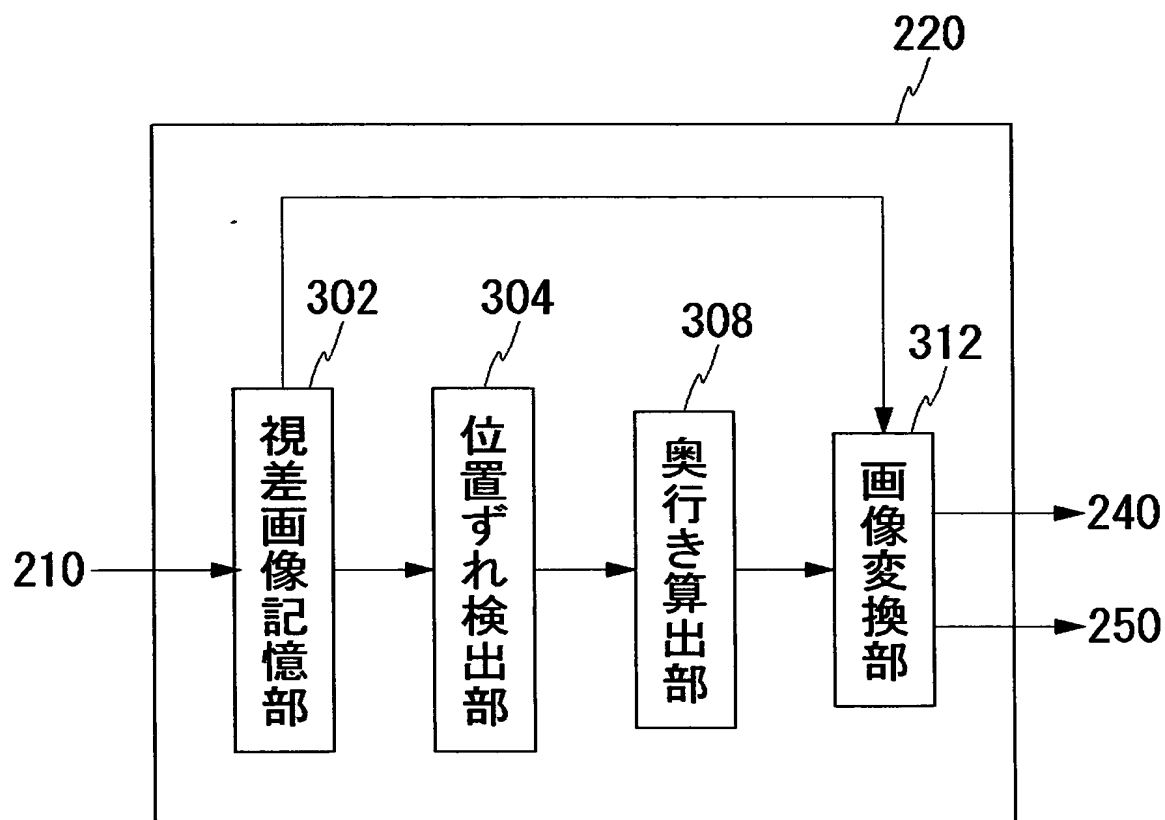
【図 2 2】



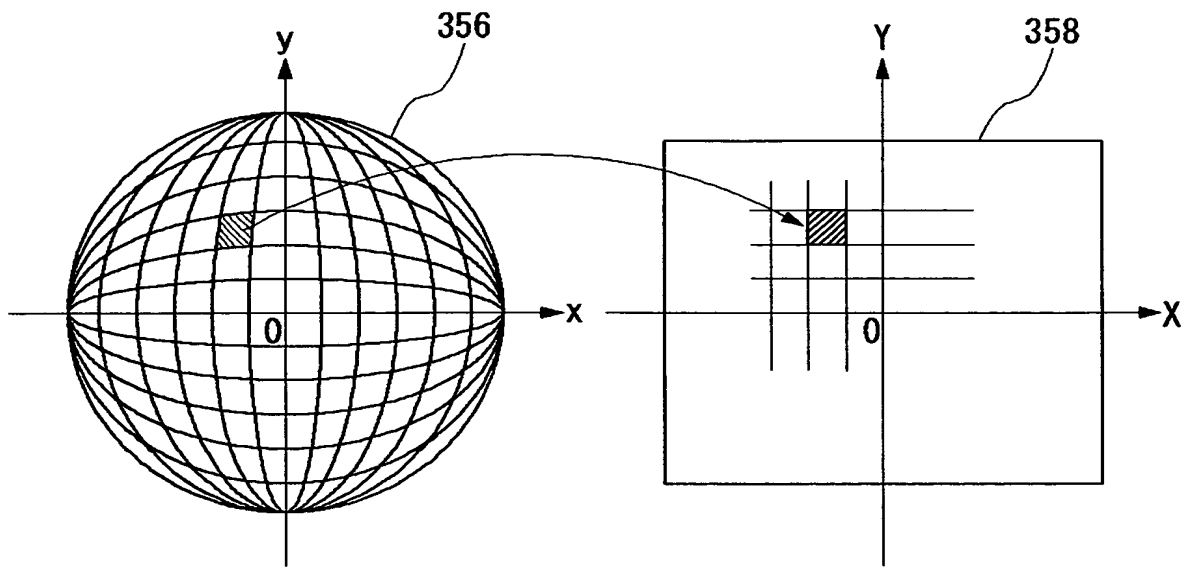
【図 2 3】



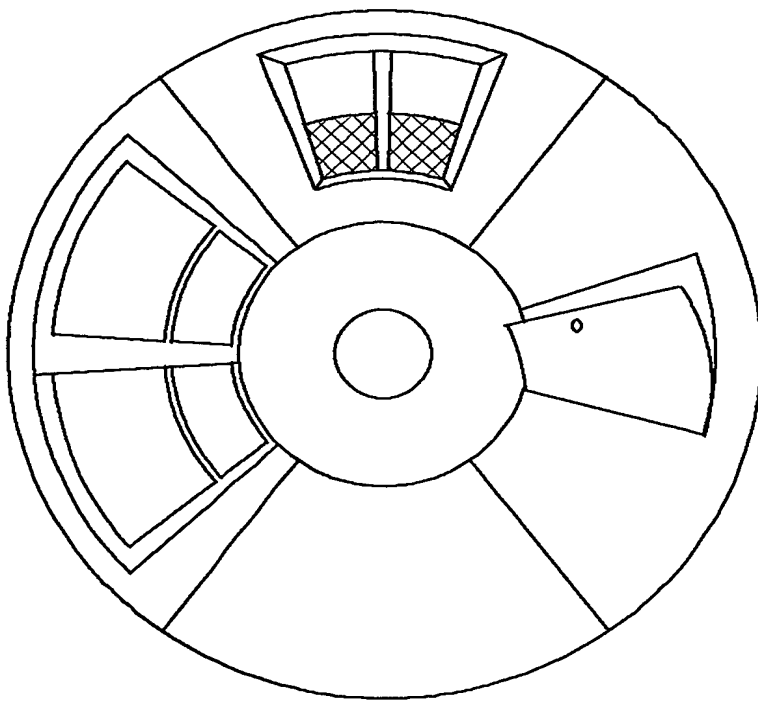
【図 2 4】



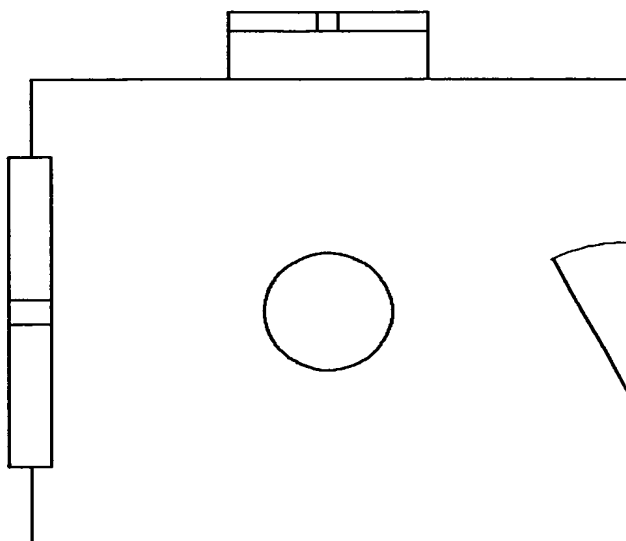
【図 2 5】



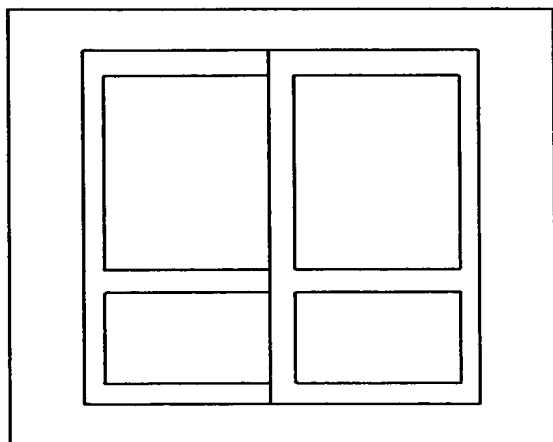
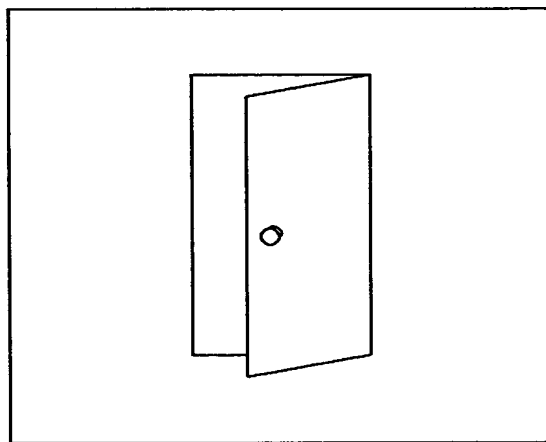
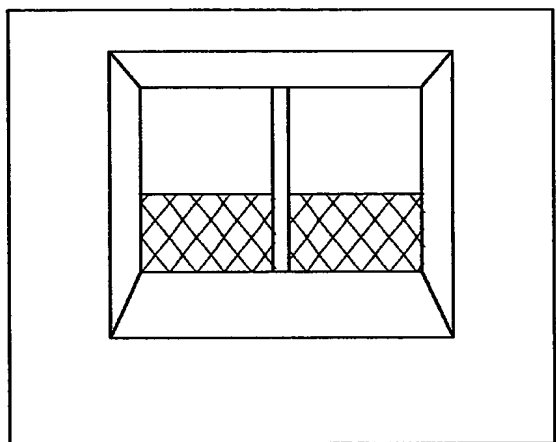
【図 2 6】



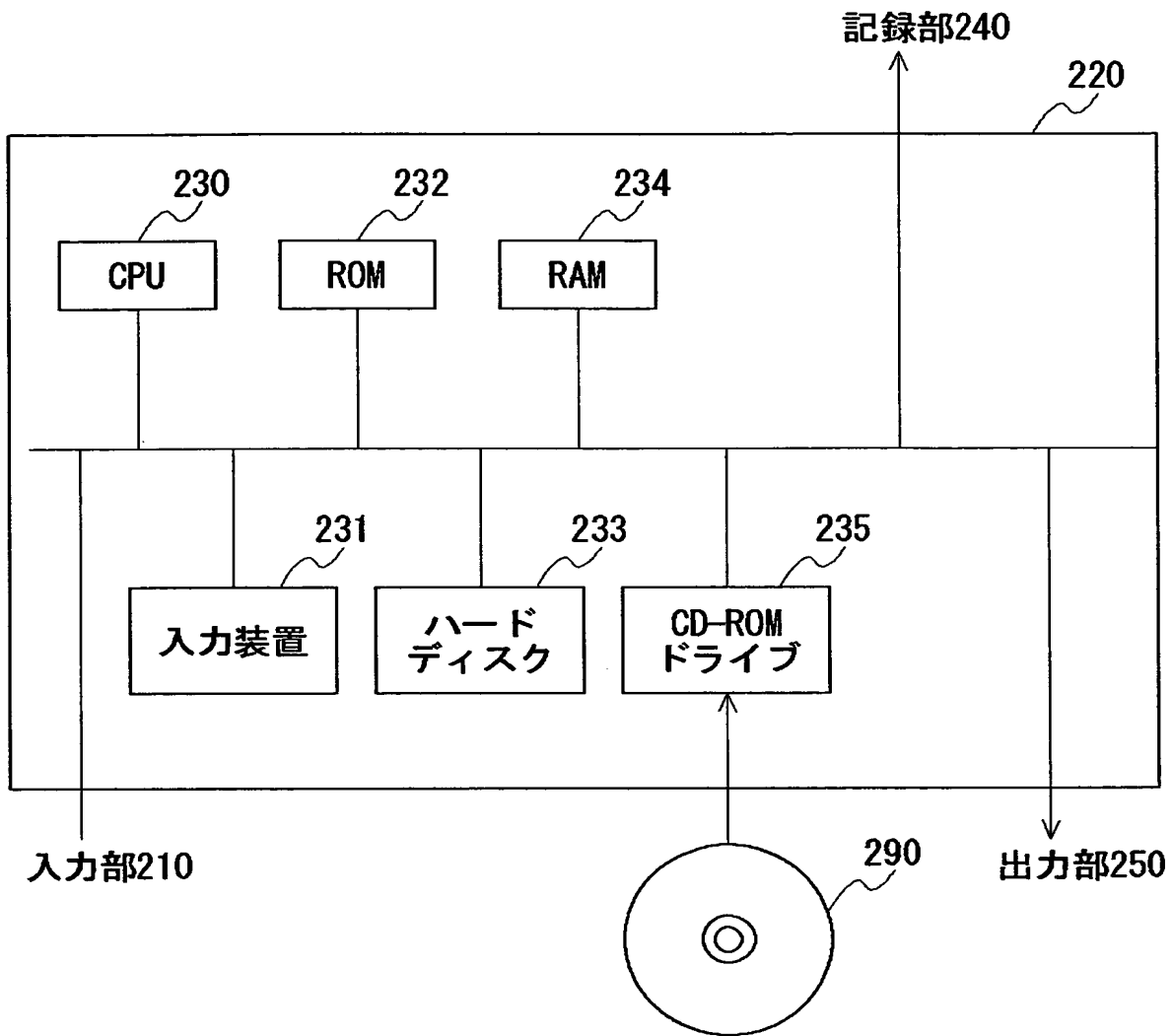
【図 2 7】



【図 2 8】



【図 2 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広い視野にわたって被写体の奥行きに関する情報を取得することのできる画像撮像装置及び画像処理装置を提供する。

【解決手段】 同一直線上にない 3 以上の異なる視点位置から被写体を見た場合に得られる被写体の 3 以上の視差画像を撮像する撮像部 2 0 と、3 以上の視差画像の任意の 2 枚の視差画像における被写体の特定領域の像の複数の位置のずれを検出する位置ずれ検出部 3 0 4 と、被写体の特定領域毎に複数の位置ずれを考慮する割合を変えて、被写体の特定領域の奥行きを算出する奥行き算出部 3 0 8 とを備えた。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

 [変更理由] 新規登録

 住 所 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

 氏 名 富士写真フイルム株式会社